

TALLINNA TERVISHOIU KÕRGKOO



Meditsiinitehnilise hariduse keskus

Optometri sti õppekava

OP4

Liis-Maria Ennuste

**ORTOKERATOLOOGILISED KONTAKTLÄÄTSED JA NENDE ROLL MÜOOPIA
ARENGU PIDURDAMISEL**

Lõputöö

Juhendaja Liis Roostik

Tallinn 2024

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite töödest, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud. Luban Tallinna Tervishoiu Kõrgkoolil avalikustada oma lõputöö PDF-versiooni raamatukoguprogrammis.

Lõputöö autori allkiri

/allkirjastatud digitaalselt/

/kuupäev digitaalallkirjas/

Lubatud kaitsmisele.

Juhendaja Liis Roostik, MSc

/allkirjastatud digitaalselt/

/kuupäev digitaalallkirjas/

KOKKUVÕTE

Liis-Maria Ennuste (2024). Tallinna Tervishoiu Kõrgkool, meditsiinitehnilise hariduse keskus, optometri sti õppekava. Ortokeratoloogilised kontaktläätsed ja nende roll müopia arengu pidurdamisel. Lõputöö 44 leheküljel, 52 kirjandusallikat, 14 joonist, 6 tabelit.

Lõputöö eesmärgiks on anda ülevaade ortokeratoloogilistest kontaktläätsedest ning nende rollist müopia progresseerumise aeglustamisel. Lisaks tutvustada *Myopia Master*® seadet ning mõõta sellega ortokeratoloogilisi kontaktläätsi kandvate laste silma aksiaalset pikkust. Uuringus osales üheksa last vanuses 9 kuni 16 eluaastat. Laste silmatelje pikkust mõõdeti *Myopia Master*® seadmega enne ortokeratoloogiaga alustamist ning peale kolme kuud läätsede kandmist.

Lõputöö teoreetiline osa põhineb tõenduspõhise kirjanduse ülevaatel. Töö koostamisel on kasutatud teaduslikke artikleid ja uuringuid.

Uuringus leiti, et ortokeratoloogia võib pärssida liigset silmatelje pikkuse kasvu. Peale kolme kuud ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmist olid muutused uuritavate silma aksiaalses pikkuses vahemikus $-0,16\text{mm}$ kuni $0,17\text{mm}$. Uuritavatel vanuses 9-10 eluaastat esines kolme kuu jooksul $0,05 \pm 0,02\text{mm}$ suurune silmatelje kasv. Uuritavatel vanuses 13-16 eluaastat esines kolme kuu jooksul $-0,05 \pm 0,11\text{mm}$ suurune silmatelje kasv. Uuringu tulemused on kooskõlas varasemate uuringute tulemustega ning viitavad ortokeratoloogia kui müopia kontrolli strateegia edukusele.

Lõputöö võtmesõnad on müoopiline ortokeratoloogia, aksiaalne müopia, müopia kontrolli strateegia.

SUMMARY

Liis-Maria Ennuste (2024). Tallinn Health Care College, medical technical education center, optometrist curriculum. Orthokeratological contact lenses and their role in managing myopia progression. Thesis consists of 44 pages, 52 literary sources, 14 figures, 6 tables.

The aim of the thesis is to provide an overview of orthokeratological contact lenses and their role in managing the progression of myopia. In addition, introduce the Myopia Master® device and use it to measure the axial length of the eyes of children wearing orthokeratological contact lenses. Nine children between the ages of 9 and 16 participated in the study. The axial length of the children's eye was measured with the Myopia Master® device before starting orthokeratology and after three months of wearing lenses.

The theoretical part of the thesis is based on an evidence-based literature review. Scientific articles and studies have been used in the preparation of the work.

The study found that orthokeratology can inhibit excessive growth of the eye axis length. After three months of wearing orthokeratological contact lenses, changes in the axial length of the subjects' eyes ranged from -0,16mm to 0,17mm. In subjects aged 9-10 years, there was an eye axis growth of $0,05 \pm 0,02$ mm within three months. In subjects aged 13-16 years, there was an eye axis growth of $-0,05 \pm 0,11$ mm within three months. The results of the study are consistent with the results of previous studies and suggest the success of orthokeratology as a myopia control strategy.

The key words of the thesis are myopic orthokeratology, axial myopia, myopia control strategy.

SISUKORD

KOKKUVÕTE.....	3
SUMMARY	4
SISSEJUHATUS.....	7
1. ORTOKERATOLOOGIA	9
1.1. Ortokeratoloogia ajalugu.....	9
1.2. Ortokeratoloogilised kontaktläätsed.....	10
1.3. Sarvkesta muutused.....	11
1.4. Muutused refraktsioonis ja nägemisteravuses.....	13
1.5. Muutused optikas	14
1.6. Ortokeratoloogia vastunäidustused	15
1.7. Ortokeratoloogia ohutus ja kõrvalnähud	16
2. MÜOOPIA ARENGU PIDURDAMINE	19
2.1. Müoopia areng.....	19
2.2. Müoopilise defookuse teooria	20
2.3. Ortokeratoloogilised kontaktläätsed müoopia arengu pidurdamiseks	21
2.4. Ortokeratoloogia ja teised müoopia kontrolli strateegiad	24
3. OCULUS MYOPIA MASTER®	26
4. METOODIKA	30
4.1. Teoreetilise osa meetoodika.....	30
4.2. Andmete kogumise ja analüüsi ning valimi moodustamise meetoodika	30
4.3. Eetilised aspektid ja usaldusväärsus.....	31
5. TULEMUSED	32
5.1. Algandmed enne ortokeratoloogiaga alustamist	32
5.1.1. Refraktsiooni sfääriline ekvivalent enne ortokeratoloogiaga alustamist.....	32
5.1.2. Silma aksiaalne pikkus	33
5.2. Silma aksiaalne pikenemine kolme kuu jooksul	33
6. ARUTELU.....	36

JÄRELDUSED.....	38
KASUTATUD KIRJANDUS	40

SISSEJUHATUS

Müopia on enimlevinud refraktsiooniviga maailmas. Müopia peamisteks tekkepõhjusteks peetakse geneetikat ning keskkonnatingimusi. Lisaks on leitud seos ka suureneva lähitöö hulga ning väheneva õues veedetud ajaga. Arvatakse, et 2050.aastaks mõjutab müopia 49,8% maailma elanikkonnast. (Holden jt., 2016). Müoopiliste inimeste osakaalu kasvuga tõuseb ka kõrge müopiaga inimeste arv. Arvatakse, et 2050.aastaks mõjutab kõrge müopia 9,8% maailma elanikkonnast. Kõrge müopia korral tõuseb risk haigestuda mitmetesse nägemist kahjustavatesse silmahaigustesse nagu katarakt, glaukoom, reetina irdumine, maakuli degeneratsioon ning müoopiline makulopaatia. (Saw jt., 2019).

Müopia ning kõrge müopia levimuse kasvu tõttu on oluline selle progressiooni võimalusel pidurdada. On leitud, et üks ennetatud diopter lapsepõlves vähendab müoopilise makulopaatia tekkeriski 40% võrra. Müopia arengu aeglustamiseks on mitmeid variante: pehmed kontaktläätsed, ortokeratoloogilised kontaktläätsed, atropiinravi ning spetsiaalse disainiga prilliläätsed. (Bullimore ja Brennan, 2019).

Optometri sti ülesandeks on pakkuda inimesele parimat nägemislahendust. Tänapäeval ei hõlma see ainult kliendi olemasolevate nägemisprobleemide likvideerimist vaid ka tema pikaajalise silmatervise eest hoolitsemist. Optometristide teadlikkus antud teemal on kasvava tähtsusega ning ühtlasi on see suurimaks eelduseks kliendi lõpliku müopia suuruse vähendamisel. (Bullimore ja Brennan, 2019).

Ortokeratoloogiliste kontaktläätsede jõudmine Eesti turule andis soovi uurida milline on nende edukus müopia kontrolli strateegiana. Ortokeratoloogiliste kontaktläätsede teemal ei ole Eestis veel uuringuid läbi viidud. Seetõttu võib antud teemat pidada uudseks ja väärtuslikuks eriala praktikas.

Uurimisprobleem: Müopia mõjutab aina suuremat osa maailma elanikkonnast. Kuna kõrge müopia suurendab riski haigestuda nägemist kahjustavatesse silmahaigustesse, on selle arengu pidurdamine väga oluline. Üheks võimalikuks viisiks on ortokeratoloogilised kontaktläätsed.

Lõputöö eesmärk: Lõputöö eesmärgiks on anda ülevaade ortokeratoloogilistest kontaktläätsedest ning nende rollist müopia progresseerumise aeglustamisel. Lisaks selgitada välja kuidas mõjub ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmine silma aksiaalsele pikkusele kolme kuu jooksul.

Lõputöö uurimisülesanded:

1. Anda ülevaade ortokeratoloogia olemusest
2. Anda ülevaade ortokeratoloogiliste kontaktläätsede toimemehhanismidest
3. Kirjeldada ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kasutamist müopia progresseerumise aeglustamisel
4. Anda ülevaade Oculus *Myopia Master*® masinast
5. Hinnata ortokeratoloogiliste kontaktläätsede mõju silma aksiaalsele pikkusele peale kolme kuud läätsede kandmist

1. ORTOKERATOLOOGIA

1.1. Ortokeratoloogia ajalugu

Müoopiline ortokeratoloogia on plaaniline müopia lühiajaline vähendamine öösel kõvade õhku läbi laskvate (RGP) kontaktläätsede kandmise tulemusel (Bullimore ja Johnson, 2020).

Algelised uuringud ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kohta viidi läbi juba 1950ndatel aastatel, kuid kliiniline termin ortokeratoloogia võeti kasutusele alles 1962.aastal. Sellel ajal kasutati jäiksid kontaktläätsi mille baaskumerus oli lamedaimast keratomeetri näidust ligikaudu 0,05mm-0,20mm lamedam. (Dave, 1998). Tolleaegsetes uuringutes täheldati, et müopia vähenemine oli suhteliselt lühiajaline ning ettearvamatu. Müoopiaid oli võimalik vähendada umbes 1 dioptri võrra ning protsess võttis kaua aega. (Charm Chi Foon, 2017).

Varajased ortokeratoloogilised kontaktläätsed olid valmistatud polümetüülmetakrülaad (PMMA) materjalist. PMMA materjal oli väga vähese hapnikuläbilaskvusega ning põhjustas kandjatele hüpoksiat isegi avatud silmade korral. Seetõttu oli ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmine öösel välistatud. (Swarbrick, 2006).

Ortokeratoloogia pälvis suurema tähelepanu 1990.aastate lõpus ning 2000.aastate alguses. Huvi suurenes seetõttu, et tehnoloogia arenguga töötati välja uusi läätsmaterjale ja disaine. Turule tulid uued suurema hapnikuläbilaskvusega jäigad kontaktläätsede materjalid. Uued materjalid võimaldasid märkimisväärset hapniku ülekandumist ka läätsede pikemaajalisel või öisel kandmisel. Lisaks loodi pöördgeomeetriline disain mille abil oli võimalik korrigeerida kuni 5 dioptrit müoopiaid. Leiutati ka sarvkesta topograafia, mis võimaldas väga täpset sarvkesta kaardistamist, tänu millele oli võimalik täpsem ja edukam ortokeratoloogiliste kontaktläätsede sobitamine. (Nichols jt., 2021).

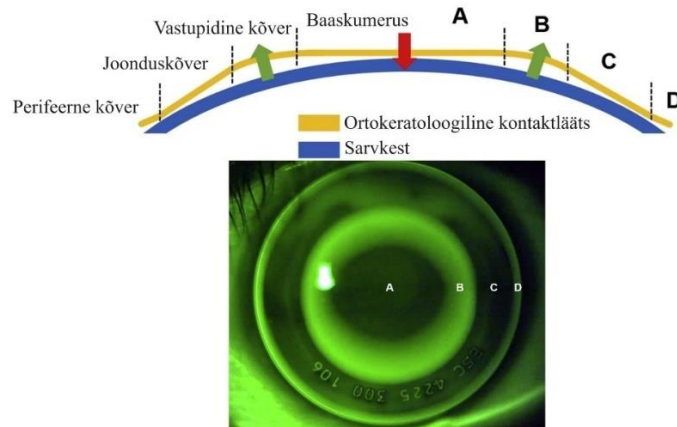
Läätsmaterjalide arenguga tekkis "üleöö ortokeratoloogia" kontseptsioon mis tähendab, et kontaktläätsed asetati silma magamise ajaks. Suletud silmade korral avaldas sarvkesta ja kontaktläätsede vahele tekkinud pisaralääts sarvkestale positiivset ja negatiivset jõudu. Positiivne jõud rakendus sarvkesta tsentraalsele ning negatiivne perifeersele osale. Nende kahe jõuga juhiti sarvkesta epiteelrakud keskosast perifeeria poole ning müopia suurus kahanes. (Charm

Chi Foon, 2017). Algselt kasutati ortokeratoloogiat täiskasvanute müopia vähendamiseks, pakkudes alternatiivi päevasel ajal prillide või pehmete kontaktläätsede kandmisele ja refraktiivkirurgia teostamisele. Tänapäeval on ortokeratoloogia peamiseks kasutusala laste müopia progressiooni aeglustamine. (Swarbrick, 2018).

1.2. Ortokeratoloogilised kontaktläätsed

Ortokeratoloogias kasutatakse kõvasid õhku läbilaskvaid kontaktläätsesid. Tänapäeval kasutuselolevad materjalid on suurema hapnikuläbilaskvusega ning põhjustavad minimaalset sarvkesta ödeemi ja/või hüpoksiat, see muudab nende öise kasutamise võimalikult turvaliseks. (Nti & Berntsen, 2020).

Alates 1989.aastast on kõik kaasaegsed ortokeratoloogilised kontaktläätsed pöördgeomeetrilise disainiga. Pöördgeomeetrilise disainiga kontaktläätsedes on neli kuni viis tsooni: tsentraalne optiline tsoon ehk baaskumerus; seda piirav kumeram pöördkõver; üks või kaks joonduskõverat; perifeerne kõver (vt Joonis 1.). Tsentraalne optiline tsoon on lamedam kui sarvkesta lamedaim meridiaan. Selles tsoonis avaldub sarvkestale pisaraläätse poolt tekitatud positiivne jõud, mis muudab sarvkesta lamedamaks. Tsentraalne optiline tsoon on piiratud kumerama pöördkõveraga kus toimub negatiivse jõu avaldamine, mis suunab epiteelrakud perifeersesse sarvkesta ning aitab seda muuta kumeramaks. Nendele tsoonidele järgnevad üks või kaks joonduskõverat, mis aitavad säilitada kontaktläätses tsentratsiooni ja liikuvust. Viimaseks on perifeerne kõver, mis tagab läätses aksiaalse serva tõstmise. Toorilised ortokeratoloogilised kontaktläätsed sisaldavad tagapinnal toorilist komponenti, et korrigeerida astigmatismi. (Vincent jt., 2021).

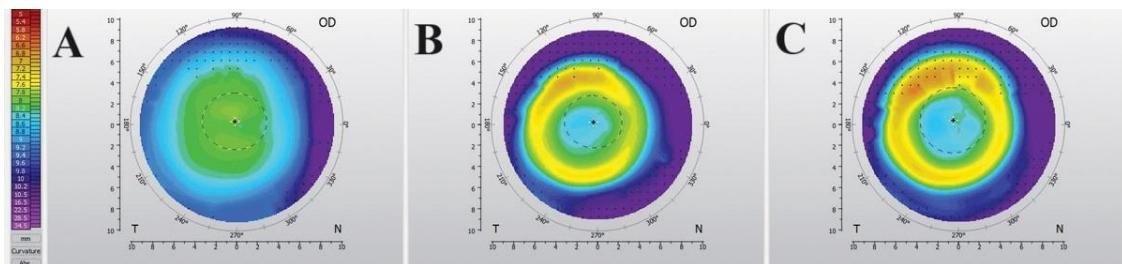


Joonis 1. Pöördgeomeetriline disain (Vincent jt., 2021, kohandatud).

Ortokeratoloogiliste kontaktläätsede ravitsooni suurus sõltub tsentraalse optilise tsooni raadiusest. Optilise tsooni suurus määrab ka tekkiva defookuse ala suuruse. (Pauné jt., 2021).

1.3. Sarvkesta muutused

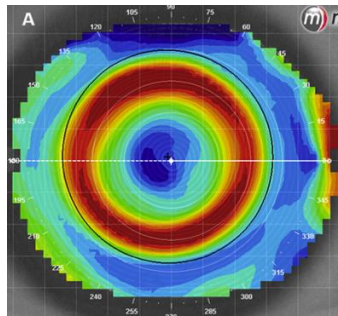
Ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmine põhjustab sarvkesta rakutasandil muutuseid, mida kliiniliselt väljendatakse topograafia muutustena (vt Joonis 2.).



Joonis 2. Sarvkesta topograafia. (A- enne ortokeratoloogia alustamist; B- peale esimest ööd; C- peale kahte nädalat)(Chang, 2021, kohandatud).

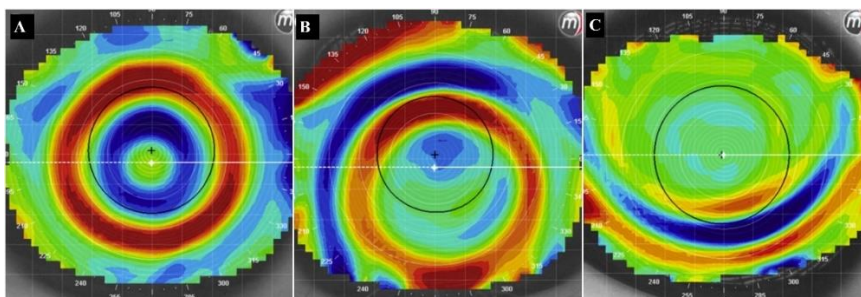
Müoopilise ortokeratoloogia puhul on soovitud tulemuseks "märklaua" muster (*bull's-eye*) (vt Joonis 3.). Sellisel topograafia pildil on märgata tsentraalse sarvkesta lamenumist ning seda ümbritseva perifeerse sarvkesta kumerdumist, mis väljendub pildil tumedama rõngana.

''Märklaua'' muster kinnitab, et ortokeratoloogiline kontaktlääts ei ole öö jooksul detsentreerunud ning ravi on edukas. (Vincent jt., 2021).



Joonis 3. ''Märklaua'' muster topograafias (Vincent jt., 2021).

Teised sarvkesta topograafias kajastuvad muutused esinevad ebatäpse sobitamise korral. Enimlevinud topograafia mustrid on kesksaar (*central island*), kurb nägu (*frowny face*) ja naerunägu (*smiley face*) (vt Joonis 4.). Kesksaare mustri puhul esineb tsentraalse sarvkesta kumerdumine, mis viitab liiga suurele läätsede diameetrile või liiga kumerale vastupidisele kõverale. Kurva näo mustri puhul on lääts liiga väikse diameetri või liiga kumera joonduskõvera tõttu detsentreerunud allapoole. Naerunäo muster viitab kontaktläätsede liiga väikse diameetri või liiga lameda joonduskõvera tõttu ülespoole detsentreerumisele. Kõigi eelnimetatud variantide puhul ei ole ortokeratoloogia edukas ning kontaktläätsed on vaja välja vahetada ja uuesti sobitada. (Vincent jt., 2021).



Joonis 4. Võimalikud topograafia pildid. (A- kesksaar; B-kurb nägu; C- naerunägu). (Vincent jt., 2021, kohandatud).

Perifeerse sarvkesta kumerdumine on seotud optilise tsooni raadiusega. Uuringutes on leitud, et väiksem ravitsoon tekitab laiema perifeerse rõnga, mis on pupilli tsentrile lähemal. Laiemat perifeerset rõngast on seostatud müoopia kontrolli edukusega. (Carracedo jt., 2019).

Ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmisel muudetakse sarvkesta keskosa lamedamaks ning perifeerne osa paksemaks. Keskmise sarvkesta paksus on $535\mu\text{m}$, normaalseks paksuseks peetakse vahemikku $473\mu\text{m}$ kuni $596\mu\text{m}$. (Bergmanson, 2019). On leitud, et peale kolme kuud ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmist esineb kuni 12% ($-6.10\pm 1.45\mu\text{m}$) suurune tsentraalse epiteeli hõrenemine ning 5,5% ($+2.84\pm 0.56\mu\text{m}$) suurune perifeerse epiteeli paksenemine. Ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmisel võib sarvkesta paksus väheneda kuni $18\mu\text{m}$. Näiteks $-2,50\text{D}$ kuni $-2,75\text{D}$ suuruse müopia korrigeerimisel ortokeratoloogiliste kontaktläätsedega väheneb sarvkesta paksus umbes $15\text{-}17\mu\text{m}$. (González-Pérez jt., 2024). Uuringute kohaselt taastub sarvkesta paksus täielikult kolme päeva jooksul peale läätsede kandmise lõpetamist (Bullimore ja Johnson, 2020).

Lisaks sarvkesta eesmise osa muutustele on leitud, et ortokeratoloogilised kontaktläätsed muudavad sarvkesta tagumist pinda lamedamaks. Samuti on avastatud, et nende kandmine võib vähendada eeskambri sügavust kuni $41\mu\text{m}$. (Bullimore ja Brennan, 2019).

Ortokeratoloogilised kontaktläätsed põhjustavad ka sarvkesta turset. Tavaolukorras, ilma kontaktläätsi kandmata, esineb öösel umbes 3%-4% suurune sarvkesta turse. On leitud, et peale esimest ööd ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmist esineb 4,9% suurune turse tsentraalses sarvkestas ning 6,2% suurune turse paratsentraalses sarvkestas. Uuringute kohaselt taandub turse kolme tunni jooksul peale kontaktläätsede eemaldamist ning kaob täielikult kolme päeva jooksul peale läätsede kandmise lõpetamist. (Bullimore ja Johnson, 2020).

1.4. Muutused refraktsioonis ja nägemisteravuses

Ortokeratoloogiliste kontaktläätsede poolt põhjustatud muutusi refraktsioonis seostatakse peamiselt sarvkesta muutustega. Mitmete uuringute käigus on selgunud, et suurimad muutused refraktsioonis leiavad aset esimese nädala jooksul ravi alustamisest. (Bullimore ja Johnson, 2020). Varasemalt on leitud, et ortokeratoloogiliste kontaktläätsedega on võimalik korrigeerida kuni 6 dioptrit müopiat ning 3 dioptrit astigmatismi. Tänapäeval kasutatakse ortokeratoloogilisi kontaktläätsi ka kõrge müopia ($>-6,0\text{D}$) korral. On leitud, et nii mõõduka kui ka kõrge müopia korral saavutatakse ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmisel kuue kuu jooksul sfääriline ekvivalent $-0,18\text{D} \pm 0,31\text{D}$. (Liong jt., 2015).

Ortokeratoloogia toimib tänu sarvkesta ajutisele lamenessele. Kuna hommikul eemaldatakse läätsed silmast, toimub päeva jooksul sarvkesta kumerdumisest tingitud järkjärguline regressioon nägemises. On leitud, et kaheksa kuni kümne tunni jooksul peale kontaktläätsede eemaldamist esineb $-0,50D$ kuni $-0,75D$ suurune regressioon. (Charm Chi Foon, 2017). Seda silmas pidades üritatakse ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmisega saavutada hommikuks umbes $+0,50D$ kuni $+0,75D$ suurune refraktsioon. Muutused refraktsioonis on lühiajalised mitte jäädavad. On leitud, et peale läätsede kandmise lõpetamist taastub esialgne refraktsioon kuni ühe kuu jooksul, millest saab järeldada, et sarvkesta muutused ei ole tagasipöördumatud. (Nti ja Berntsen, 2020).

Müoopia vähendamise tõttu paraneb ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmisel korrigeerimata nägemisteravus. Uuringutes on tuvastatud, et nägemisteravus 1.0 saavutatakse kuue kuu jooksul peale ortokeratoloogiaga alustamist. On leitud, et paranenud nägemisteravus püsib suhteliselt stabiilne terve päeva vältel, ilma märkimisväärse regressioonita (kadu võib päeva jooksul olla 2-3 optotüüpi). (Liong jt., 2015). Suurimad muutused nägemisteravuses esinevad peale esimest ja kolmandat kuud läätsede kandmise alustamisest. Peale kolmandat kuud märkimisväärseid muutuseid ei esine. (Lu jt., 2023). Sarnaselt refraktsiooni muutustele taastub ka esialgne nägemisteravus kuni ühe kuu jooksul peale ortokeratoloogia lõpetamist (Nti ja Berntsen, 2020).

1.5. Muutused optikas

Ortokeratoloogiliste kontaktläätsede poolt põhjustatud sarvkesta tsentraalne lameness ja perifeerne paksenemine suurendavad tekkivaid aberratsioone. Ortokeratoloogia tulemusena suureneb kõrgemaastmeliste aberratsioonide arv. Seda seostatakse sarvkesta horisontaalse kooma ja sfääriliste aberratsioonide suurenemisega. On leitud, et peale esimest kuud ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmist võib sfääriliste aberratsioonide arv kasvada keskmiselt 3-4 korda. On leitud, et enamik optilisi aberratsioone stabiliseeruvad esimese kuu jooksul peale ravi alustamist. (Chen jt., 2017).

Uuringutes on leitud, et ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmine võib parandada akommodatsiooni funktsiooni. Arvatakse, et see on seotud perifeeriasse tekkiva müoopilise defookusega, mis parandab võrkkesta pildi kvaliteeti ning tagab nägemiskoorde sisenevate ja seal väljuvate signaalide parema täpsuse. Lisaks perifeerse müoopilise defookusega tekkele

seostatakse akommodatsiooni funktsiooni paranemist aberratsioonide muutustega. On leitud, et ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmine põhjustab positiivsete sfääriliste aberratsioonide kasvu, mis võimaldab täpsemat akommodatsiooni defokusseeritud olekus. Nende muutuste tõttu võib müoopiline ortokeratoloogia suurendada akommodatsiooni amplituudi ja vähendada akommodatsiooni viivitust (*accommodation lag*). Vähenenud akommodatsiooni viivitust täheldatakse esimese nädala jooksul ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmise alustamisest. On avastatud, et akommodatsiooni viivitus taastub algtasemeni kuni kuu jooksul peale ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmise lõpetamist. (Batres jt., 2020, 2024).

1.6. Ortokeratoloogia vastunäidustused

Üheks vastunäidustuseks võib olla kõrge müopia. Heaks ortokeratoloogia kandidaadiks on müoop, kelle refraktsioon on kuni $-4,50D$ ning astigmatism kuni $-3,50D$ (Vincent jt., 2021). Tänapäeval kasutatakse ortokeratoloogiat ka kõrge müopia korral kuid selle edukus ei ole etteaimatav. Kõrge müopia korral ei pruugi soovitud tulemust saavutada ning tekib vajadus jääkmüopia korrigeerimiseks prilliläätsedega. (Swarbrick, 2018).

Ortokeratoloogia vastunäidustuseks on ebatavapärane sarvkest. Kuna ortokeratoloogia põhineb ajutisel sarvkesta lamenumisel, on oluline, et enne ravi alustamist ei ületaks keratomeetri mõõt normväärtuseid. Sarvkesta liiga suur kumerus võib osutuda problemaatiliseks. Hetkel ei soovitata ortokeratoloogilisi kontaktläätsi sobitada inimesetele kellel esineb keratokoonus ning tsentraalne keratomeetri mõõt ületab $47,2D$. (Cavas-Martínez jt., 2016). Lisaks kumerusele määrab ortokeratoloogia sobivuse ka sarvkesta ekstsentrilisus ehk lamenumine tsentraalsest osast perifeeriasse. Ekstsentrilisuse väärtus kumerama sarvkesta puhul on vahemikus 0 kuni 1. Lamedama sarvkesta puhul on väärtus alla 0. (Heydarian et al., 2018). Ortokeratoloogilisi kontaktläätsi on võimalik sobitada kui sarvkesta tsentraalne keratomeetri mõõt on vähemalt $42,0D$ ning sarvkesta ekstsentrilisus on rohkem kui 0. (Chowdhury ja Shah, 2018).

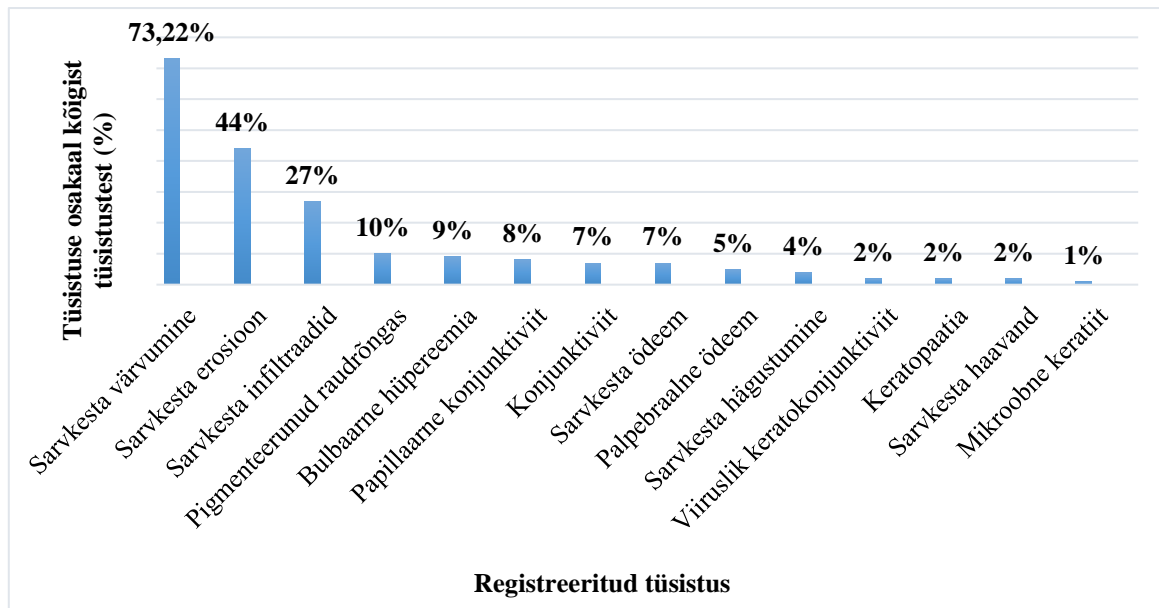
Vähene motivatsioon ja valmisolek võib samuti ortokeratoloogia puhul vastunäidustuseks osutada. Ortokeratoloogia puhul ei ole kaardistatud minimaalset vanust kuid siinkohal on vaja arvesse võtta patsiendi valmisolekut ja arusaamist. Müopia arengu aeglustamise korral on eriti oluline, et lapsevanematel oleks motivatsiooni last vajadusel abistada kontaktläätsede silmapanekul, eemaldamisel ja hooldusel. Juhiste eiramine või puudulik hooldus võib viia

kontaktläätsede saastumise ja ravi ebaõnnestumiseni. Lisaks on oluline patsiendi või lapsevanema valmisolek rutiinseteks järelkontrollideks. (Charm Chi Foon, 2017).

Muudeks vastunäidustusteks on sarnaselt pehmetele kontaktläätsedele silma patoloogiad, silma mõjutavad süsteemsed haigused, sarvkesta düstroofiad ning puudulik või liigne silmalaugude toonus. (Fadel ja Kramer, 2019). Samuti eelnev ebaõnnestunud kõvade õhku läbi laskvate kontaktläätsede kandmiskogemus (Chowdhury ja Shah, 2018).

1.7. Ortokeratoloogia ohutus ja kõrvalnähud

Gispets ja kolleegid (2022) soovisid uurida pikaajalise ortokeratoloogia ohutust laste ja täiskasvanute seas. Uuriti 298 inimese haiguslugusid, kellest 34,3% moodustasid lapsed ning 65,7% täiskasvanud. Uuringus tuvastati, et laste seas ei esinenud 134 silmas (65,7%) mitte ühtegi tüsistust, 37 silmas (18,1%) esines üks tüsistus, 18 silmas (8,8%) kaks tüsistust, 8 silmas (3,9%) kolm tüsistust ning 7 silmas (3,4%) neli või enam tüsistust. Täiskasvanute puhul ei esinenud 217 silmas (55,4%) mitte ühtegi tüsistust, 89 silmas (22,7%) esines üks tüsistus, 43 silmas (11,0%) esines kaks tüsistust, 23 silmas (5,9%) esines kolm tüsistust ning 20 silmas (5,1%) neli või enam tüsistust. Kokku tuvastati 478 tüsistusest kuid ükski neist ei põhjustanud kliiniliselt olulist nägemisteravuse kaotust. Peamiseks tüsistuseks oli sarvkesta värvumine (nähtav fluorestsüiniga), mis moodustas 73,2% kõigist tüsistustest (vt Joonis 5.). Sellele järgnesid sarvkesta erosioon ja infiltraadid. Statistiliselt olulist erinevust laste ja täiskasvanute tüsistuste esinemissageduses ei leitud. (Gispets et jt., 2022).



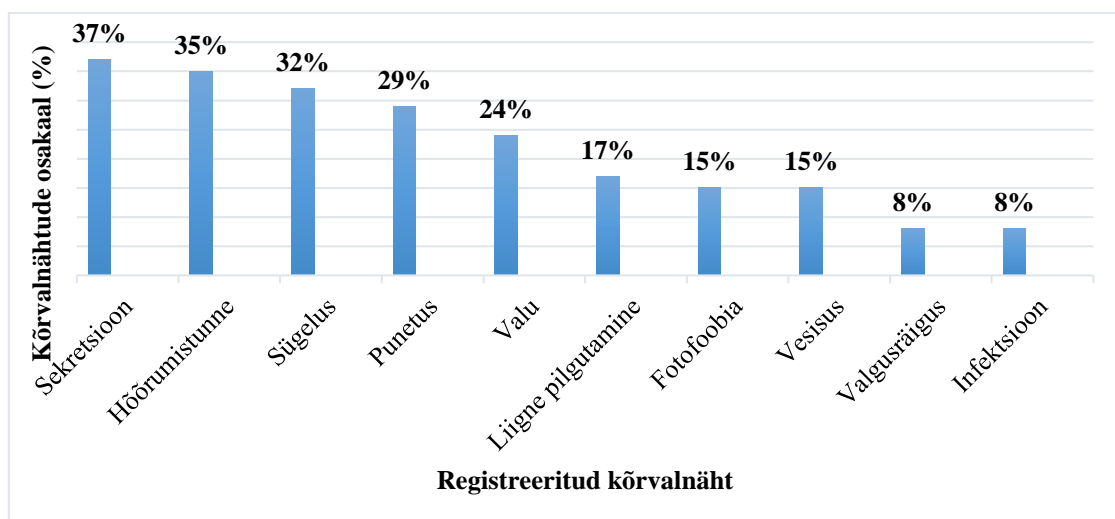
Joonis 5. Tüsistuste levimus (Gispets jt., 2022, kohandatud).

Enimlevinud tüsistus on sarvkesta värvumine, mida seostatakse halvasti sobitatud ortokeratoloogilise kontaktläätsega. On leitud, et sarvkesta värvumist põhjustavad laugude surve kontaktläätsele magamise ajal, pisarakihi paksuse ja viskoossuse suurenemine ning pöördgeomeetriline disain. Sarvkesta kerge kuni mõõdukas värvumine ei nõua kohe kliinilist sekkumist kuid kui täheldatakse püsivat kesket värvumist, mille hinnang on EFRON skaalal kaks või enam, on vajalik ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmine ajutiselt lõpetada. (Liu ja Xie, 2016).

Ortokeratoloogia ohtlikum tüsistus on mikroobne keratiit. Infektsiooni põhjuseks on bakterid, mis tekitavad silmakoe kahjustusi, mis võivad viia nägemise kaotuseni. (Lakhundi jt., 2017). Ortokeratoloogiaga kaasnevat infektsiooniriski on seostatud kolme riskiteguriga. Peamiseks riskiteguriks on öine kandmisrežiim. Kontaktläätsede öine kandmine võimaldab bakteritel paljuneda ning silma keskkonnaga kohanduda, et muutuda virulentseks. Teiseks riskiteguriks peetakse silma vähenenud kaitsevõimet haigustekitajatele. Selle põhjuseks peetakse pikendatud kandmisrežiimi tulemusena häirunud pisaravedeliku tsirkulatsiooni. Kolmandaks riskiteguriks peetakse ortokeratoloogiliste kontaktläätsede pöördgeomeetrilist disaini. Arvatakse, et see vähendab epiteelkihi terviklikkust, muutes silma infektsioonidele vastuvõtlikumaks. Kuigi intsidentide koguarv on väike, on tegemist väga ohtliku tüsistusega. Seda silmas pidades on oluline, et optometrist teeks läätse hooldusnõuetest põhjaliku koolituse patsiendile ning laste puhul ka lapsevanematele. Kuna nägemiskaotuse ennetamiseks on oluline õigeaegne

diagnoosimine ning ravi, siis peaksid nii patsiendid kui ka lapsevanemad olema võimalike sümptomite suhtes valvsad ning käima rutiinselt järelkontrollides. (Liu ja Xie, 2016).

Taiwanis läbiviidud uuringu eesmärgiks oli välja selgitada ortokeratoloogia patsientide rahulolu raviga. Uuringus osales 305 koolilast vanuses $13,13 \pm 3,39$ eluaastat, kes olid ortokeratoloogilisi kontaktläätsi kandnud keskmiselt $17,1 \pm 8,1$ kuud. Uuritavatele või nende eestkostjatele esitati struktureeritud ja kinnitatud küsimustik. Küsimustikus uuriti milline on kõige häirivam kõrvalnäht ning paluti hinnata selle tõsidust viie punkti skaalal. Peamised kõrvalnähud olid sekretsioon, hõõrdumistunne ja sügelus (vt Joonis 6.). Kõiki sümptomeid peeti kergelt häirivaks (1,46–1,95/5). Kõige häirivamaks peeti sügelust, sellele järgnesid suurenenud pilgutamine ning vesisus. Wu ja kolleegid uurisid ka patsientide üldist rahulolu ortokeratoloogiaga ning leidsid, et 87,9% patsientidest olid kogemusega rahul või väga rahul. Hoolimata esinenud kõrvalnähtudest olid 98,3% uuritavatest valmis raviga jätkama. (Wu jt., 2022).



Joonis 6. Kõrvalnähtude levimus (Wu et jt., 2022, kohandatud).

Ortokeratoloogia on suhteliselt ohutu meetod müoopia korrigeerimiseks ning selle progresseerumise aeglustamiseks. Ravi edukus ja ohutus sõltuvad ortokeratoloogiliste kontaktläätsede korrektsest sobitamisest, kasutus- ja hooldusrežiimi järgimisest, rutiinsetest järelkontrollidest ning tüsistuste õigeaegsest ravimisest. (Liu ja Xie, 2016).

2. MÜOOPIA ARENGU PIDURDAMINE

2.1. Müoopia areng

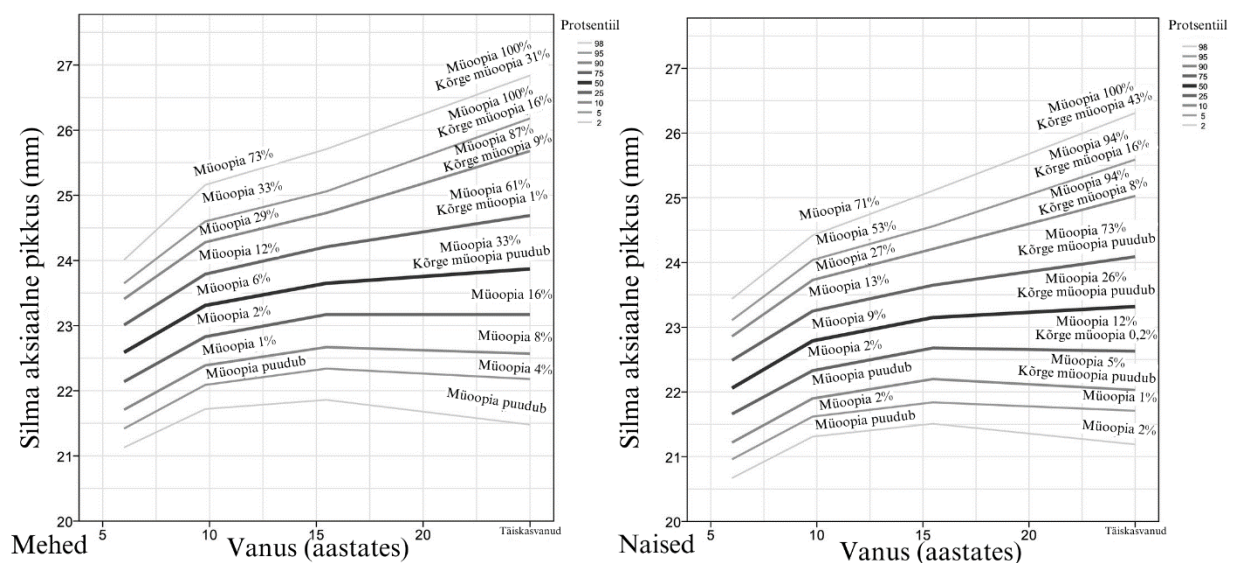
Maailma Terviseorganisatsioon defineerib müoopia kui refraktsiooniviga, mille esinemisel fokuseeritakse lõdvestunud akommodatsiooni korral optilise teljega paralleelselt silma sisenevad valguskiired võrkkesta ette. Müoopiaks peetakse refraktsiooniviga $-0,50D$ kuni $-6,0D$. Kõrgeks müoopiaks peetakse refraktsiooniviga, mis on suurem kui $-6,0D$. (Flitcroft jt., 2019). Enimlevinud müoopia vorm on aksiaalne müoopia, mille korral on silmatelje aksiaalne pikkus liiga suur. Teine müoopia vorm on refraktiivne müoopia, mille korral on sarvkesta ja/või silmaläätse optiline tugevus liiga suur. Müoopia arenemisel on selle olemust kergem määrata kuna biomeetriliste vahenditega on võimalik silmatelje pikkust ja silma optilist tugevust jälgida. Kliinilised uuringud on tõestanud, et silma aksiaalne pikenemine on peamine müoopia progresseerumist põhjustav tegur. (Németh jt., 2021).

Sünnijärgselt esineb lastel normaalse arengu puhul hüperoopia kuna silmatelje pikkus on silma optilise jõu jaoks liiga lühike. Seetõttu käivitub silma emmetropiseerimise mehhanism, mille eesmärgiks on silmatelje pikkus viia vastavusse selle optilise jõuga. Selle protsessi tulemusel peaks lapsest saama emmetroop. Vaatamata sellele mehhanismile võib laste silmatelje pikkus kasvada üle emmetropisatsioonipunkti ning tekitada juveniilset müoopia. Selle tekkepõhjused ei ole täpselt teada, kuid arvatakse, et seda võib põhjustada geneetika, ebatäpne akommodatsioon lähedal asuvatele objektidele ja vähene viibimine õues loomuliku valguse käes. Juveniilne müoopia areneb tavaliselt 6.-12.eluaastal ning suureneb noorukieas mitu aastat enne stabiliseerumist. (Hou jt., 2018).

Silmatelje pikkus on silma aksiaalne pikkus sarvkesta tipust võrkkestani. Sündides on lapse silmatelje pikkus umbes 17mm, esimese eluaasta jooksul kasvab see väga jõudsalt ning seejärel aeglustub. On leitud, et 6.-10.eluaastal on silmatelje kasv agressiivsem kui 11.-16.eluaastal. (Fledelius jt., 2014). Euroopa laste peal tehtud uuringus tuvastati, et normaalne silmatelje pikkus vanuses 6-9 on ligikaudu 23,08mm (22,02-24,23mm) ning normaalne kasv ühe aasta jooksul ligikaudu 0,19mm (0,12-0,29mm). Samas uuringus tuvastati, et müoopia korral on silmatelje pikkus vanuses 6-9 ligikaudu 23,98mm (22,75-25,37mm) ning kasv ühe aasta jooksul ligikaudu 0,34mm (0,17-0,53mm). (Tideman jt., 2018). Vanuses 11-16 on normaalne silmatelje kasv ühe aasta jooksul umbes 0,08-0,1mm, müoopia korral on aastane kasv umbes 0,2mm. (Truckenbrod jt., 2021). Pikema silmateljega lastel on suurem risk müoopia tekkeks. On leitud,

et pikem silmatelg võib viidata müoopiale juba enne selle avaldumist. Silmatelje kasv stabiliseerub umbes 16,3 aasta vanuses kui meestel on aksiaalseks pikkuseks ligikaudu 25,5mm ning naistel 25,0mm. (Hou jt., 2018). Müoopia kontrolli eesmärk on saavutada müoopilises silmas võimalikult sarnane silmatelje pikkuse kasv emmetroopse silmaga (Chamberlain jt., 2021).

Tideman jt. töötasid uuringus välja ka aksiaalse pikkuse kasvudiagrammi, et prognoosida Euroopa laste müoopia progressiooni (vt Joonis 7.). Soospetsiifilise diagrammi abil on võimalik silmatelje pikkuse põhjal hinnata lapse riski müoopia ja kõrge müoopia arenemiseks. (Tideman jt., 2018).



Joonis 7. Diagramm müoopia arengu hindamiseks (Tideman jt., 2018, kohandatud).

2.2. Müoopilise defookuse teooria

Tänapäeval on peamiseks müoopia progresseerumise aeglustamise teooriaks perifeerse müoopilise defookuse tekitamine. Teooria põhineb kahel leiul: perifeerses võrkkestas tulenevad visuaalsed signaalid on tugevamad kui tsentraalse võrkkesta omad ning optiline defookus perifeerses võrkkestas reguleerib silmatelje pikkuse kasvu. (Russo jt., 2022).

Müoopia korrigeerimisel ühevaatelistel prilliläätsedega või kontaktläätsedega korrigeeritakse võrdne hulk müoopia nii tsentraalses kui perifeerses võrkkestas. See tähendab, et valgus murdub tsentraalsel alal võrkkestale ning perifeersel aladel võrkkesta taha, muutes silma perifeerias hüperoopilisemaks. On leitud, et see stimuleerib silmatelje pikkuse kasvu ning

tekitab aksiaalset müoopia. Müoopilise defookuse korral säilib terav tsentraalne nägemine kuid perifeeriasse tekitatakse positiivse tugevusega defookus ning valgus murdub võrkkesta ette. On leitud, et see pidurdab silma aksiaalse pikkuse kasvu ning müoopia arengut. (Erdinest jt., 2023).

Ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kasutamine müoopia arengu pidurdamisel põhineb müoopilise defookuse teorial. Ortokeratoloogiliste läätsede lameda baaskumeruse tõttu muutub nende kandmisel tsentraalne sarvkest ajutiselt lamedamaks. Selle tulemusena väheneb müoopia sarvkesta tsentraalses osas. Ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kumerama sekundaarse kumeruse tõttu suureneb murdumisvõime sarvkesta perifeerses osas, muutes suhtelise hüperoopilise defookuse suhteliseks müoopiliseks defookuseks. (Pereira-da-Mota jt., 2020).

2.3. Ortokeratoloogilised kontaktläätsed müoopia arengu pidurdamiseks

Mitmetes uuringutes on leitud, et ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmine võimaldab aeglustada müoopia progressiooni. Erinevate uuringute kohaselt on ortokeratoloogia edukus silmatelje liigse kasvu aeglustamisel 30%-63%. Keskmiseks ortokeratoloogia ravi efektiivsuseks on umbes 50%. (Németh jt., 2021).

Esimeses randomiseeritud kliinilises uuringus osales 102 Hiina last vanuses 6-10 eluaastat, kelle refraktsiooniviga oli vahemikus -0,50D kuni -4,0D ning astigmatism kuni 1,25D (Bullimore ja Richdale, 2020). Pooltele lastele määrati ortokeratoloogilised kontaktläätsed ning kontrollrühmale monofokaalsed prilliläätsed. Uuring kestis kaks aastat, mille jooksul mõõdeti laste silmatelje pikkust iga poole aasta tagant. Uuringu lõpetasid 37 last ortokeratoloogia rühmast ning 41 last kontrollrühmast. Uuringus tuvastati, et ortokeratoloogilisi kontaktläätsi kandnud laste rühmas oli kahe aastane silmatelje pikkuse kasv $0,36 \pm 0,24$ mm, samal ajal kui kontrollrühmas esines $0,63 \pm 0,26$ mm suurune kasv. Cho ja Cheung järeldasid, et ortokeratoloogia võib aidata aeglustada silmatelje pikkuse kasvu 43% võrra võrreldes monofokaalsete prilliläätsedega. (Cho ja Cheung, 2012).

Jaapanis läbi viidud randomiseeritud kliinilise uuringu eesmärgiks oli välja selgitada ortokeratoloogia pikaajaline mõju silma aksiaalse pikkuse kasvule. Uuringus osales 59 last vanuses 8-12 eluaastat, kelle refraktsiooniviga oli vahemikus -0,50D kuni -5,0D ning astigmatism kuni 1,50D. Ortokeratoloogia rühmas oli 29 last ning monofokaalseid prilliläätsi kandjate kontrollrühmas oli 30 last. Uuring kestis viis aastat ning selle lõpetasid 22 last

ortokeratoloogia rühmast ning 21 last kontrollrühmast. Uuringus tuvastati, et ortokeratoloogilisi kontaktläätsi kandud laste rühmas oli viie aastane silmatelje pikkuse kasv $0,99 \pm 0,47$ mm, samal ajal kui kontrollrühmas esines $1,41 \pm 0,68$ mm suurune kasv. Hiraoka jt. järeldasid, et ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmine lapseas pärsib liigset silmatelje kasvu. (Hiraoka jt., 2012).

Euroopa laste peal teostatud kliinilise uuringu eesmärgiks oli uurida milline on ortokeratoloogia pikaajaline mõju silmatelje pikkuse kasvule Euroopa laste silmades. Uuringus osalesid lapsed vanuses 6-12 eluaastat, kelle refraktsiooniviga oli vahemikus $-0,75D$ kuni $-4,0D$ ning astigmatism kuni $1,0D$. Ortokeratoloogia rühmas oli 29 last ning monofokaalseid prilliläätsi või pehmeid kontaktläätsi kandjate kontrollrühmas oli 24 last. Uuring kestis 7 aastat ning selle lõpetasid 14 last ortokeratoloogia rühmast ning 16 last kontrollrühmast. Uuringus tuvastati, et ortokeratoloogilisi kontaktläätsi kandud laste rühmas oli seitsme aastane silmatelje pikkuse kasv $0,91 \pm 0,63$ mm, samal ajal kui kontrollrühmas esines $1,36 \pm 0,63$ mm suurune kasv. Santodomingo-Rubido jt. (2017) järeldasid, et ortokeratoloogia võib aeglustada Euroopa laste silmatelje pikkuse liigset kasvu 33% võrra võrreldes monofokaalsete prilli- või kontaktläätsedega. (Santodomingo-Rubido jt., 2017).

Hiinas läbi viidud uuringu eesmärgiks oli välja selgitada kuidas mõjub ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmine müopia arengu ja liigse silmatelje pikkuse kasvu pärssimisele. Uuringus osales 107 last vanuses 8-15 eluaastat, kellel esines madal või mõõdukas müopia. Uuritavad jagati gruppidesse vanuse ja müopia suuruse alusel: nooremad uuritavad (8-12 eluaastat) või vanemad uuritavad (12-15 eluaastat) ning madala müopiaga uuritavad (sfääriline ekvivalent $-1,0D$ kuni $-3,25D$) või mõõduka müopiaga uuritavad (sfääriline ekvivalent $-3,25D$ kuni $-6,0D$). Moodustati neli gruppi: 48 uuritavat vanuses 8-12 eluaastat madala müopiaga, 25 uuritavat vanuses 8-12 eluaastat mõõduka müopiaga, 21 uuritavat vanuses 12-15 eluaastat madala müopiaga ning 13 uuritavat vanuses 12-15 eluaastat mõõduka müopiaga. Lastele sobitati ortokeratoloogilised kontaktläätsed. Peale esmast sobitamist teostati uued mõõtmised teise päeva, esimese nädala, kolme kuu, kuue kuu, üheksa kuu ja aasta möödumisel. Järelvisiitidel hinnati uuritavate nägemisteravust, silmasisest rõhku, aksiaalset pikkust ja sarvkesta topograafiat. Uuringus selgus, et kuue kuu jooksul esines sfäärilise ekvivalendi suurim muutus mõõduka müopiaga uuritavatel vanuses 12-15 eluaastat, muutus kuue kuu jooksul oli $3,71D \pm 0,89D$ (vt Tabel 1.). (Zhang jt., 2024).

Tabel 1. Sfäärilise ekvivalendi muutus (Zhang jt., 2024, kohandatud).

Uuritavate grupp	Madal müopia, 8-12 eluaastat	Mõõdukas müopia, 8-12 eluaastat	Madal müopia, 12-15 eluaastat	Mõõdukas müopia, 12-15 eluaastat
Algväärtus (D)	$-2,12 \pm 0,68$	$-4,05 \pm 0,62$	$-1,87 \pm 0,68$	$-4,73 \pm 0,89$
Muutus 1 kuu jooksul (D)	$1,88 \pm 0,74$	$3,14 \pm 0,90$	$1,93 \pm 0,60$	$3,71 \pm 1,13$
Muutus 3 kuu jooksul (D)	$1,90 \pm 0,79$	$3,20 \pm 0,81$	$1,82 \pm 0,81$	$3,93 \pm 0,90$
Muutus 6 kuu jooksul (D)	$1,61 \pm 0,81$	$3,12 \pm 1,11$	$1,68 \pm 0,83$	$3,71 \pm 0,89$

Samas uuringus selgus, et kuue kuu jooksul muutus silma aksiaalne pikkus enim madala müoopiaga uuritavatel vanuses 8-12 eluaastat, muutus poole aasta jooksul oli $0,31 \pm 0,54$ mm. Väikseimad muutused esinesid mõõduka müoopiaga uuritavatel vanuses 12-15 eluaastat, nende silmatelje pikkus muutus $0,06 \pm 0,15$ mm (vt Tabel 2.) (Zhang et al., 2024).

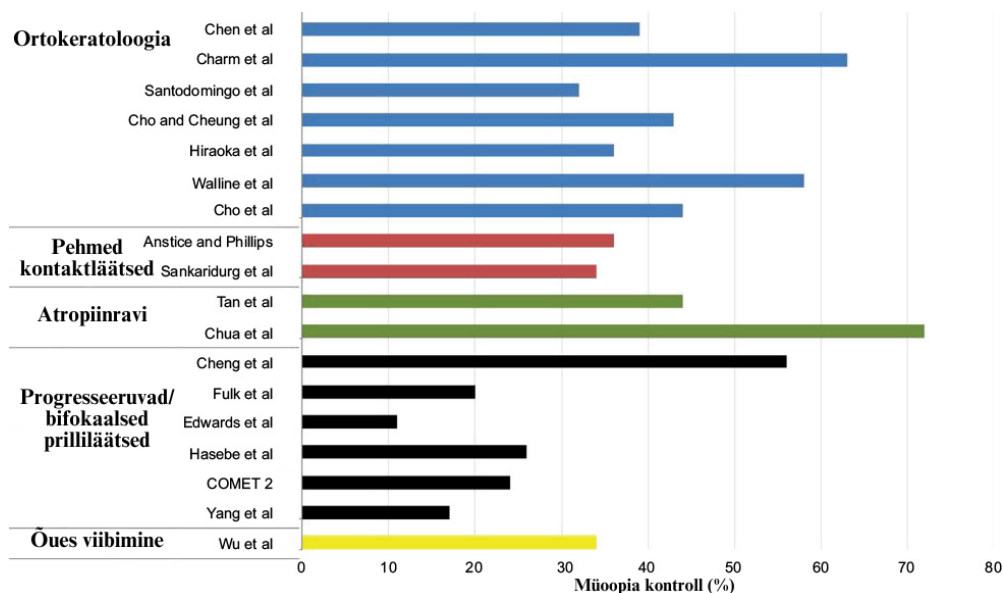
Tabel 2. Silma aksiaalse pikkuse muutus (Zhang jt., 2024, kohandatud).

Uuritavate grupp	Madal müopia, 8-12 eluaastat	Mõõdukas müopia, 8-12 eluaastat	Madal müopia, 12-15 eluaastat	Mõõdukas müopia, 12-15 eluaastat
Algväärtus (mm)	$24,11 \pm 0,95$	$24,86 \pm 0,57$	$24,51 \pm 0,76$	$25,63 \pm 0,61$
Muutus 1 kuu jooksul (mm)	$0,02 \pm 0,04$	$0,00 \pm 0,05$	$0,03 \pm 0,07$	$0,06 \pm 0,09$
Muutus 3 kuu jooksul (mm)	$0,17 \pm 0,46$	$0,07 \pm 0,09$	$0,08 \pm 0,12$	$0,04 \pm 0,07$
Muutus 6 kuu jooksul (mm)	$0,31 \pm 0,54$	$0,14 \pm 0,16$	$0,14 \pm 0,10$	$0,06 \pm 0,15$

Zhang jt. järeldasid, et ortokeratoloogia on edukas müopia kontrolli strateegia. Selgus, et vanus ja müopia algne raskusaste ei mõjuta ravi efektiivsust, korrektse sobitamise puhul on silma aksiaalse telje liigse kasvu kontroll sarnane. (Zhang jt., 2024).

2.4. Ortokeratoloogia ja teised müoopia kontrolli strateegiad

Uuringutes on selgunud, et müoopia progressiooni aeglustamine erinevate strateegiatega töötab ning on tõendus põhine (vt Joonis 10.). Kõige efektiivsemaks peetakse 0,05% atropiinravi, ortokeratoloogiat, duaalfookusega pehmeid kontaktläätsi, spetsiaalseid difusioonitehnoloogiaga prilliläätsi ning tcenter-lähi disainiga multifokaalseid pehmeid kontaktläätsi. On leitud, et ka 0,025% atropiinravi ning laiendatud fookussügavusega pehmed kontaktläätsed võivad aeglustada müoopia arengut kuid nende efektiivsus on madalam. Viimaseks on tuvastatud, et 0,01% atropiinraviga on võimalik müoopia arengut aeglustada kuid seda peetakse vähem tõhusaks meetodiks. (Lanca jt., 2023).



Joonis 8. Müoopia kontrolli strateegiate efektiivsus (Lanca jt., 2023, kohandatud).

Uuringutes on leitud, et ortokeratoloogia ja atropiinravi on tõhusaimateks meetoditeks müoopia arengu aeglustamisel. Kuna ortokeratoloogia ja atropiinravi toimemehhanismid on erinevad, siis on aina rohkem hakatud huvi tundma kombinatsioonravi vastu. Uuringud on näidanud, et kombinatsioonravi 0,01% atropiini ja ortokeratoloogiliste kontaktläätsedega võib olla silmatelje liigse kasvu pärssimisel edukam kui atropiinravi või ortokeratoloogia eraldiseisvana. (Zhou jt., 2022). Kombinatsioonravi täpsed toimemehhanismid on veel teadmata kuid arvatakse, et see muudab silma homöostaasi eest vastutavaid biokeemilisi aineid nii, et skleera ja silma aksiaalse pikkuse kasv aeglustuvad (Zambrano Peralta jt., 2023).

Kinoshita jt. soovisid uurida ortokeratoloogia ja 0,01% atropiini kombinatsioonravi efektiivsust. Uuringus osales 80 Jaapani last vanuses 8-12 eluaastat kelle refraktsiooniviga oli -1,0D kuni -6,0D ning astigmatism kuni 1,50D. Lapsed jagati kahte rühma: kombinatsioonravi rühm (ortokeratoloogia+0,01% atropiin) ja kontrollrühm (ortokeratoloogia). Kombinatsioonravi rühmas oli 43 last ning kontrollrühmas 37 last. Uuring kestis kaks aastat, mille jooksul mõõdeti laste silmatelje pikkust iga poole aasta tagant. Uuringu lõpetasid 38 last kombinatsioonravi rühmast ning 35 last kontrollrühmast. Uuringus tuvastati, et kombinatsioonravi saanud laste kahe aastane silmatelje pikkuse kasv oli $0,29 \pm 0,20\text{mm}$, samal ajal kui kontrollrühmas esines $0,40 \pm 0,23\text{mm}$ suurune kasv. Kinoshita ja kolleegid järeldasid, et kombinatsioonravi on 28% efektiivsem silmatelje liigse kasvu pärssimisel kui ortokeratoloogia eraldiseisvana. (Kinoshita jt., 2020).

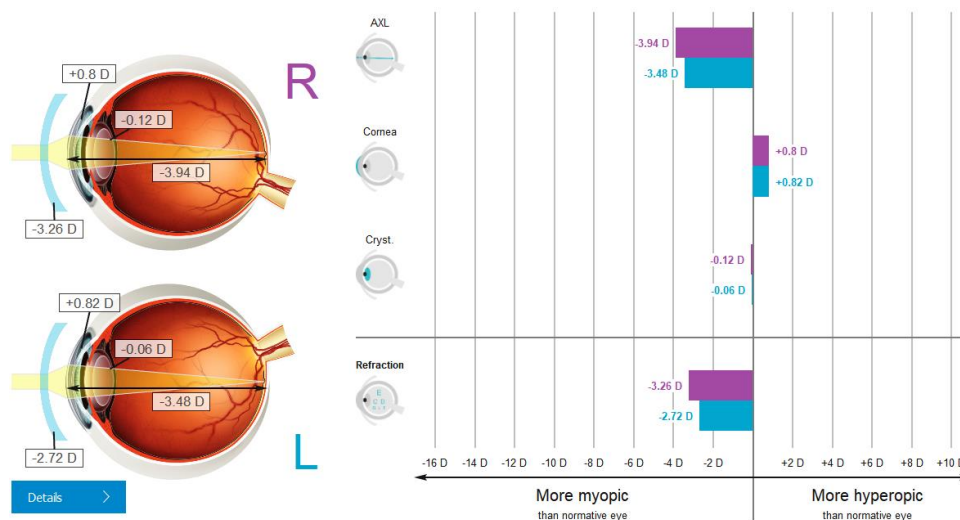
Hiinas läbi viidud uuringus sooviti samuti uurida kombinatsioonravi efektiivsust. Uuringus osales 60 last vanuses 8-12 eluaastat kelle refraktsiooniviga oli -1,0D kuni -4,0D ning astigmatism kuni 1,50D. Lapsed jagati kahte rühma: kombinatsioonravi rühm (ortokeratoloogia+0,01% atropiin) ja kontrollrühm (ortokeratoloogia). Uuring kestis aasta aega ning selle lõpetasid 27 last kombinatsioonravi rühmast ja 26 last kontrollrühmast. Uuringus tuvastati, et kombinatsioonravi rühmas osalenud laste aastane silmatelje pikkuse kasv oli $0,10 \pm 0,14\text{mm}$, samal ajal kui kontrollrühmas esines $0,20 \pm 0,15\text{mm}$ suurune kasv. Yu jt. järeldasid, et kombinatsioonravi on efektiivsem müoopia kontrolli strateegia kui ortokeratoloogia eraldiseisvana. (Holden jt., 2016).

3. OCULUS MYOPIA MASTER®

Myopia Master® on spetsiaalselt müoopia uurimiseks välja töötatud masin, mis tugineb biomeetrilistel andmetel. Silmatelje pikkus on üks olulisimaid parameetreid müoopia hindamiseks. *Myopia Master*® seadme abil on võimalik silma aksiaalset pikkust kiirelt ja täpselt mõõta. Silmatelje pikkuse andmed saadakse integreeritud interferomeetria abil, masin teostab kuus individuaalset interferomeetrilist mõõtmist ühe uuringu kohta. Tulemuseks on akommodatsioonist sõltumatu silmatelje pikkus sarvkesta epiteelist võrkkesta pigmentepiteelini. (Martínez-Plaza jt., 2022).

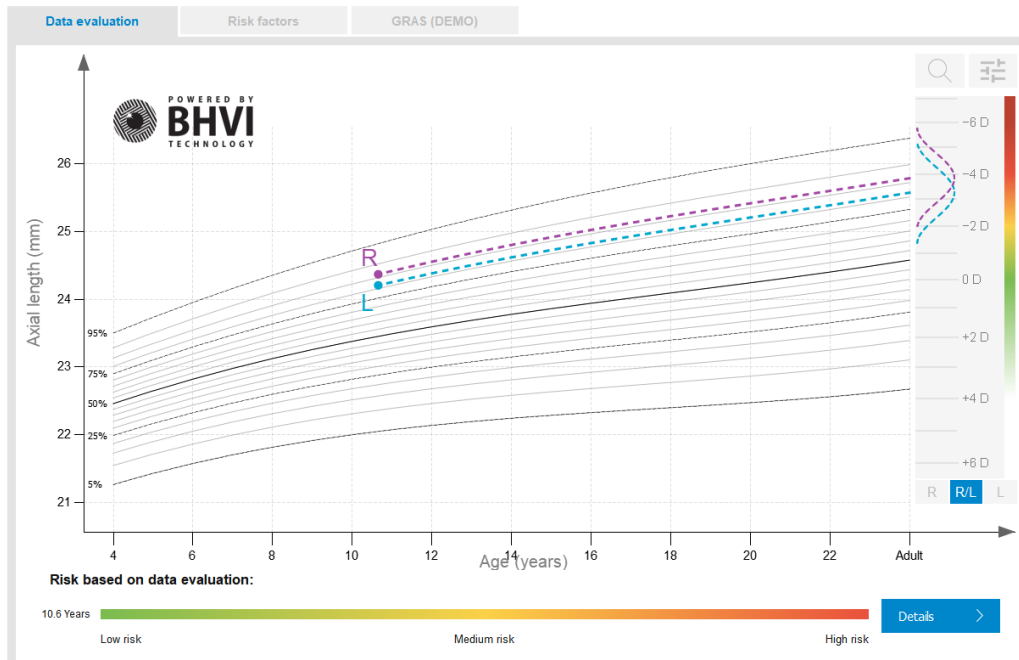
Sarvkesta kumerusraadius ja sfääriline ekvivalent on kaks täiendavat parameetrit, mis on samuti väga olulised müoopia hindamiseks. *Myopia Master*® on seade, mis ühendab silma aksiaalse pikkuse ja sarvkesta kumerusraadiuse mõõtmise autorefraktomeetriga. Saadud mõõtmistulemuste põhjal suudab seade koostada hinnangulise sfäärilise ekvivalendi protsentiili kõvera. Kõver põhineb etnilisel päritolul, sool, vanusel, silma aksiaalsel pikkusel ja autorefraktsioonil. (Ye jt., 2022).

Lisaks kasvukõvera koostamisele, võrdleb *Myopia Master*® masin saadud mõõtmistulemusi Gullstrandi silmamudeliga. Masin on varustatud GRAS (*Gullstrand Refractive Analysis System*) tarkvaraga, mis võimaldab kindlaks teha kui suur hulk müoopiast on põhjustatud silma optilisest tugevusest ning kui suur hulk silma aksiaalse telje pikkusest (vt Joonis 9.). GRAS tarkvara on kohandanud Gullstrandi silma lastele, mis võimaldab veelgi täpsemaid mõõtmistulemusi. (Oculus).



Joonis 9. Kliendi silma võrdlus Gullstrandi silmamudeliga.

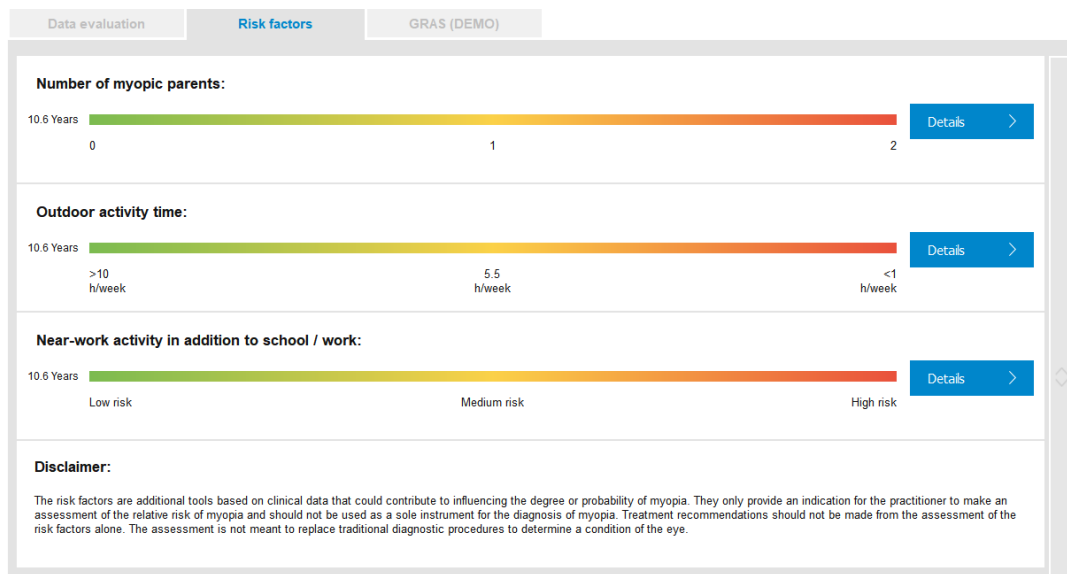
Myopia Master® masina tarkvara võimaldab võrrelda individuaalseid mõõtmiseid etnilise päritolu, soo ja vanusega sobivate normatiivsete kasvukõveratega, et andmeid mugavamalt tõlgendada ning müopia tekke ja progresseerumise riski hinnata (vt Joonis 10.)(Pedersen jt., 2023).



Joonis 10. Kombineeritud mõõtmistulemustel põhinev kasvukõver. X-teljel vanus aastates, Y-teljel silma aksiaalne pikkus millimeetrites.

Lisaks silmatelje pikkusel põhinevale kasvukõverale on *Myopia Master*® masina tarkvaraga võimalik hinnata ka täiendavaid riskitegureid müopia arenguks. Täiendavateks riskiteguriteks on geneetika ehk müoopiliste vanemate arv, õues viibitud aeg ning lähitöö hulk (vt Joonis 11.). Geneetikast tuleneva riski hindamiseks selgitatakse välja müoopiliste vanemate arv. Mida rohkem müoopilisi vanemaid lapsel on, seda suurem on risk müopia arenemiseks. Õues viibitud ajast tuleneva riski hindamiseks selgitatakse välja nädalas õues veedetud aeg tundides. Mida lühemat aega viibib laps õues loomuliku päevavalguse käes, seda suurem on risk müopia arenemiseks. Lähitööst tuleneva riski hindamiseks selgitatakse välja kui suur on igapäevane lähitöö hulk tundides. Riski hindamise ühiku saamiseks kasutatakse valemit, lähitöö hulk (tundides) korrutatakse lähitöökauguse pöördarvuga (meetrites). On leitud, et müopia tekke tõenäosus kasvab 2% iga saadud ühiku kohta. Riskifaktorite analüüsimine on abiks optometristile või silmaarstile, et hinnata müopia tekke tõenäosust lisaks saadud

mõõtmistulemustele. Riskifaktorite analüüs eraldiseisvana ei ole mõeldud müoopia diagnoosimiseks ning ei tohiks mõjutada müoopia kontrolli strateegiate valikut. (Oculus).



Joonis 11. Täiendavad riskitegurid.

Ye ja kolleegide poolt läbi viidud randomiseeritud uuringu eesmärk oli hinnata *Myopia Master*® masina täpsust silma aksiaalse pikkuse, sarvkesta kumerusraadiuse ning refraktsiooni mõõtmisel. Uuringus osales 125 last vanuses 3-15 eluaastat, kellel esines ametroopia. Uuritavatele teostati silmaarstide poolt tsüklopleegia kasutades 1% tropikamiidi. Täieliku tsüklopleegia saavutamisel teostati mõõtmised erinevate aparaatidega. Üks silmaarst teostas kõigi laste peal mõõtmise *Myopia Master*® masinaga, mis teostas ühe uuringu raames kuus silma aksiaalse pikkuse mõõtmist, kolm sarvkesta kumerusraadiuse mõõtmist ning ühe autorefraktsiooni mõõtmise. Seejärel teostas samad mõõtmised teine silmaarst, kes ei olnud *Myopia Master*® masina tulemustest teadlik. Mõõtmisteks kasutati seadmeid, mille kliiniline täpsus on juba varasemates uuringutes kinnitatud. Teine silmaarst kasutas silma aksiaalse pikkuse mõõtmiseks *IOLMaster500* ja *IOLMaster700* seadmeid. Sarvkesta kumerusraadiuse mõõtmiseks kasutati *IOLMaster700* ja *Nidek ARK-1* seadmeid. Autorefraktsioon mõõdeti *Nidek ARK-1* aparaadi abil. Viimaseks mõõtis optometrist subjektiivset refraktsiooni, kasutades foropterit (*RT-5100*, *Nidek*). Erinevate aparaatide abil teostatud mõõtmistulemusi analüüsiti ning hinnati nendevahelist korrelatsiooni. *Myopia Master*®, *IOLMaster500* ja *IOLMaster700* abil mõõdetud silmatelje pikkused olid vastavalt $23,67 \pm 1,26$ mm; $23,68 \pm 1,26$ mm ja $23,70 \pm 1,25$ mm. Keskmised sarvkesta kumerusraadiused olid *Myopia Master*® puhul $7,78 \pm 0,24$ mm, *IOLMaster700* puhul $7,76 \pm 0,24$ mm ning *Nidek ARK-1* puhul $7,76 \pm 0,24$ mm.

Autorefraktsiooni mõõtmisel olid *Myopia Master*[®] ja *Nidek ARK-1* seadmete sfäärilised ekvivalendid kõrge korrelatsiooninäitajaga ning statistiliselt olulist erinevust ei tuvastatud. Ye ja kolleegid järeldasid, et *Myopia Master*[®] masin suudab ühe uuringuga mõõta mitu biomeetrilist parameetrit suure efektiivsuse ja täpsusega. (Ye et al., 2022)

4. METOODIKA

Lõputöö on koostatud empiirilise uuringuna, mis põhineb teaduspõhise kirjanduse ülevaatel ja kvantitatiivse uuringu tulemuste analüüsil.

4.1. Teoreetilise osa meetodika

Lõputöö referatiivne osa põhineb erialase tõenduspõhise kirjanduse analüüsil. Allikad valiti asjakohase sisu, uudsuse ja eelretsenseerituse alusel. Töös on kasutatud 52 inglisekeelset eelretsenseeritud allikaid, mis on avaldatud vahemikus 1998-2024. Kirjandusallikate otsimiseks kasutati andmebaase *PubMed*, *Google Scholar* ja *Science Direct*. Otsingusõnadena kasutati järgmisi märksõnu ja nende kombinatsioone: *overnight orthokeratology*, *corneal reshaping therapy*, *myopia control*, *myopia management*, *myopia prevalence*.

Uurimistöö on korrektselt refereeritud ja kõigi allikate autoritele on viidatud. Kõik kasutatud allikad on välja toodud töö lõpus kasutatud kirjanduse loetelus. Töö kirjutamisel on järgitud Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli kirjalike tööde koostamise ja vormistamise juhendit.

4.2. Andmete kogumise ja analüüsi ning valimi moodustamise meetodika

Uuringus osales kokku üheksa klienti, kellest viis olid meessoost ning neli naissoost. Uuritavad olid vanusevahemikus 9 kuni 16 eluaastat. Uuringu eesmärgiks oli välja selgitada ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmise mõju silma aksiaalsele pikkusele kolme kuu möödudes. Andmeid koguti üheksal päeval ajavahemikus 22. oktoober kuni 28.november, aastal 2024.

Antud uurimistöö empiirilise osa koostamine koosneb järgmistest etappidest:

- Uurimismetoodika valik;
- *Exceli* tabeli koostamine;
- Uuringute teostamine;
- Andmete analüüs ja järelduste tegemine.

Uuringu algandmed on mõõtmistulemused enne ortokeratoloogiaga alustamist. Uuringus on kasutatud ettenähtud kolmanda kuu järelkontrollides fikseeritud silmatelje pikkuse andmeid. Uuringus mõõdeti silmatelje pikkus kasutades *Myopia Master*[®] masinat. Kõik uuringu tulemused olid sisestatud ja töödeldud *Excel* programmis.

4.3. Eetilised aspektid ja usaldusväärsus

Uuringus osalemine oli anonüümne. Uuringus kasutati vaid teavet vanuse, soo, refraktsiooni ja silma aksiaalse pikkuse kohta. Uuringus osalemine oli vabatahtlik. Uuritavaid ja nende seaduslikke esindajaid informeeriti empiirilise lõputöö sisust ja eesmärkidest. Uuritavate seaduslikud esindajad allkirjastasid kokkuleppe andmete kasutamiseks.

5. TULEMUSED

5.1. Algandmed enne ortokeratoloogiaga alustamist

Uuringus osales üheksa uuritavat, kellest viis olid meessoost ja neli naissoost. Uuritavad olid vanuses 9 kuni 16 eluaastat. Tulemuste analüüsis käsitleti 18 silma kuna silmadel on erinev refraktsiooniviga ja aksiaalne pikkus. Uuritavad valiti ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmisaja alusel, kriteeriumiks oli läätsede kandmine vähemalt 3 kuud. Mõõtmised teostati enne ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmise alustamist ning peale kolme kuud kandmist.

5.1.1. Refraktsiooni sfääriline ekvivalent enne ortokeratoloogiaga alustamist

Uuritavatest neljal esines madal müopia, refraktsiooni sfääriline ekvivalent vahemikus -0,50D kuni -3,0D. Viiel uuritaval esines mõõdukas müopia, refraktsiooni sfääriline ekvivalent vahemikus -3,0D kuni -6,0D (vt Joonis 14.). Valimis olnud uuritavatel ei esinenud kõrget müopiat, refraktsiooni sfääriline ekvivalent $>-6,0D$.

Tabel 3. Refraktsiooni sfääriline ekvivalent enne ortokeratoloogiaga alustamist (D).

	Mees (9a)	Mees (9a)	Naine (9a)	Mees (10a)	Naine (10a)	Mees (13a)	Mees (14a)	Naine (14a)	Naine (16a)
OD	-3,21	-3,56	-0,92	-0,54	-1,85	-2,60	-3,42	-2,92	-4,06
OS	-3,66	-3,36	-0,83	-0,89	-1,58	-2,27	-3,99	-3,80	-3,48

Uuritavad jagati kahte gruppi vanuse alusel:

- Grupp I- uuritavad vanuses 9-10 eluaastat;
- Grupp II- uuritavad vanuses 13-16 eluaastat.

Grupp I keskmine sfääriline ekvivalent enne ortokeratoloogiaga alustamist oli $-2,04D \pm 1,27D$. Grupp II keskmine sfääriline ekvivalent enne ortokeratoloogiaga alustamist oli $-3,32D \pm 0,66D$.

Uuritavad jagati gruppidesse vastavalt vanusele kuna varasemates uuringutes n leitud, et 6.-10.eluaastal on silmatelje kasv agressiivsem kui 11.-16.eluaastal. (Fledelius jt., 2014).

5.1.2. Silma aksiaalne pikkus

Uuritavate silma aksiaalne pikkus enne ortokeratoloogiaga alustamist oli vahemikus 22,54mm kuni 25,32mm (vt Tabel 4.). Grupp I keskmine silmatelje pikkus enne ortokeratoloogiaga alustamist oli $24,12 \pm 0,63$ mm. Grupp II keskmine silmatelje pikkus enne ortokeratoloogiaga alustamist oli $24,35 \pm 1,12$ mm.

Tabel 4. Silma aksiaalne pikkus enne ortokeratoloogiaga alustamist (mm).

	Mees (9a)	Mees (9a)	Naine (9a)	Mees (10a)	Naine (10a)	Mees (13a)	Mees (14a)	Naine (14a)	Naine (16a)
OD	24,65	24,40	23,32	24,18	23,66	22,79	25,04	24,15	25,31
OS	24,69	25,21	23,31	24,18	23,63	22,54	25,21	24,47	25,32

Peale kolme kuud ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmist oli uuritavate silma aksiaalne pikkus vahemikus 22,46mm kuni 25,28mm (vt Tabel 5.). Grupp I keskmine silmatelje pikkus peale kolme kuud oli $24,27 \pm 0,75$ mm. Grupp II keskmine silmatelje pikkus peale kolme kuud oli $24,31 \pm 1,14$ mm.

Tabel 5. Silma aksiaalne pikkus peale kolme kuud ortokeratoloogiaga alustamist (mm).

	Mees (9a)	Mees (9a)	Naine (9a)	Mees (10a)	Naine (10a)	Mees (13a)	Mees (14a)	Naine (14a)	Naine (16a)
OD	24,70	25,41	23,40	24,24	23,71	22,65	24,97	24,32	25,28
OS	24,76	25,28	23,36	24,22	23,66	22,46	25,05	24,43	25,28

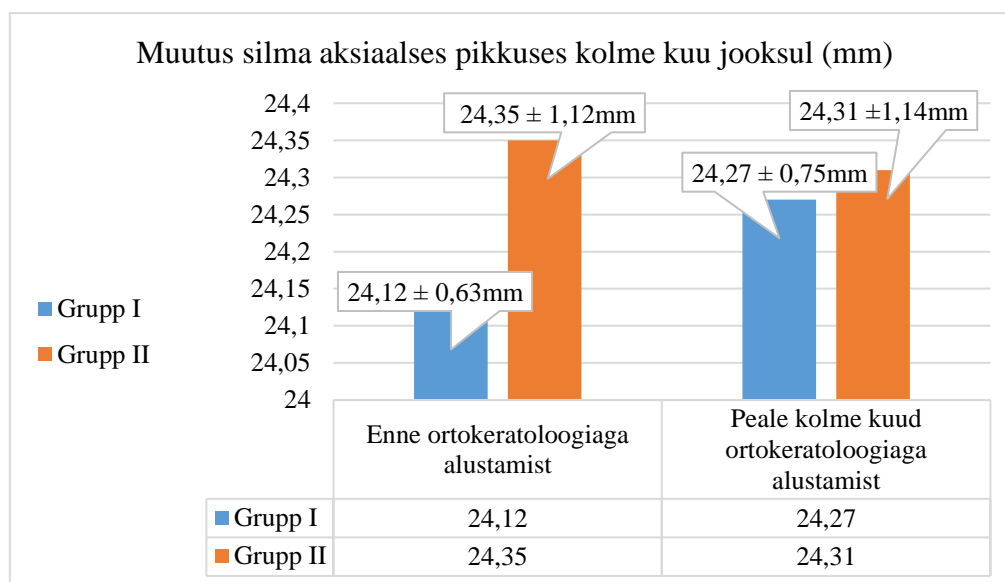
5.2. Silma aksiaalne pikenemine kolme kuu jooksul

Peale kolme kuud ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmist olid muutused silma aksiaalses pikkuses vahemikus -0,16mm kuni 0,17mm (vt Tabel 6.). Negatiivne väärtus tähendab, et silma aksiaalne pikkus on lühem kui algväärtus.

Tabel 6. Muutus silma aksiaalses pikkuses kolme kuu jooksul (mm).

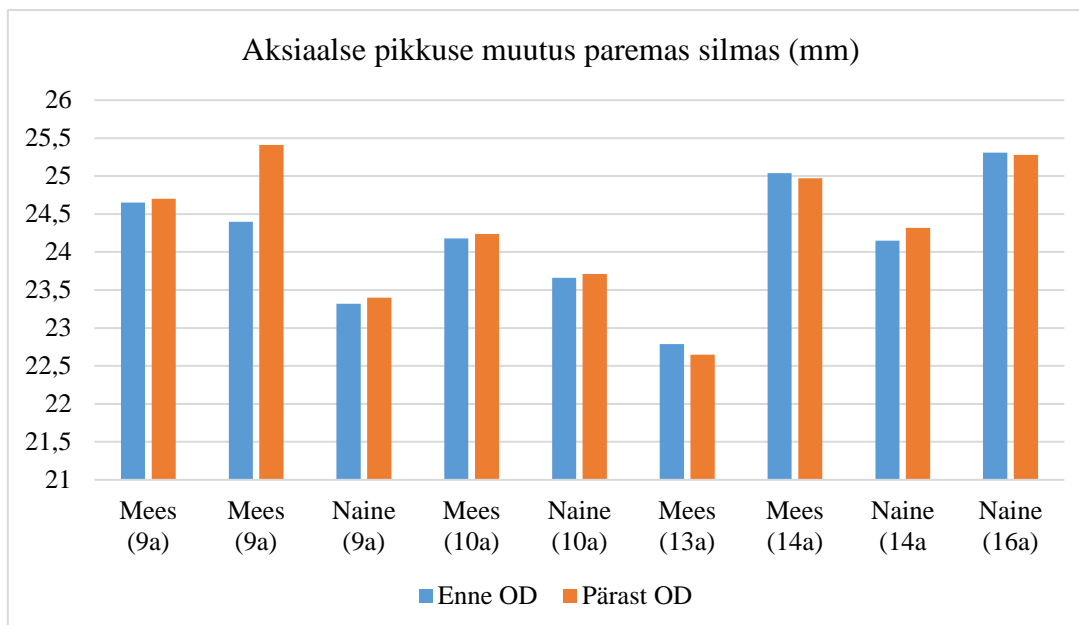
	Mees (9a)	Mees (9a)	Naine (9a)	Mees (10a)	Naine (10a)	Mees (13a)	Mees (14a)	Naine (14a)	Naine (16a)
OD	0,05	0,01	0,08	0,06	0,05	-0,14	-0,07	0,17	-0,03
OS	0,06	0,07	0,05	0,04	0,03	-0,08	-0,16	-0,04	-0,07

Grupp I muutus silma aksiaalses pikkuses kolme kuu jooksul oli $0,05 \pm 0,02\text{mm}$. Grupp II muutus silma aksiaalses pikkuses kolme kuu jooksul oli $-0,05 \pm 0,11\text{mm}$. Grupp I silmatelje pikkus kolme kuu möödudes oli suurem kui algväärtus. Grupp II silmatelje pikkus kolme kuu möödudes oli algväärtusega võrreldes kahanenud (vt Joonis 12.).



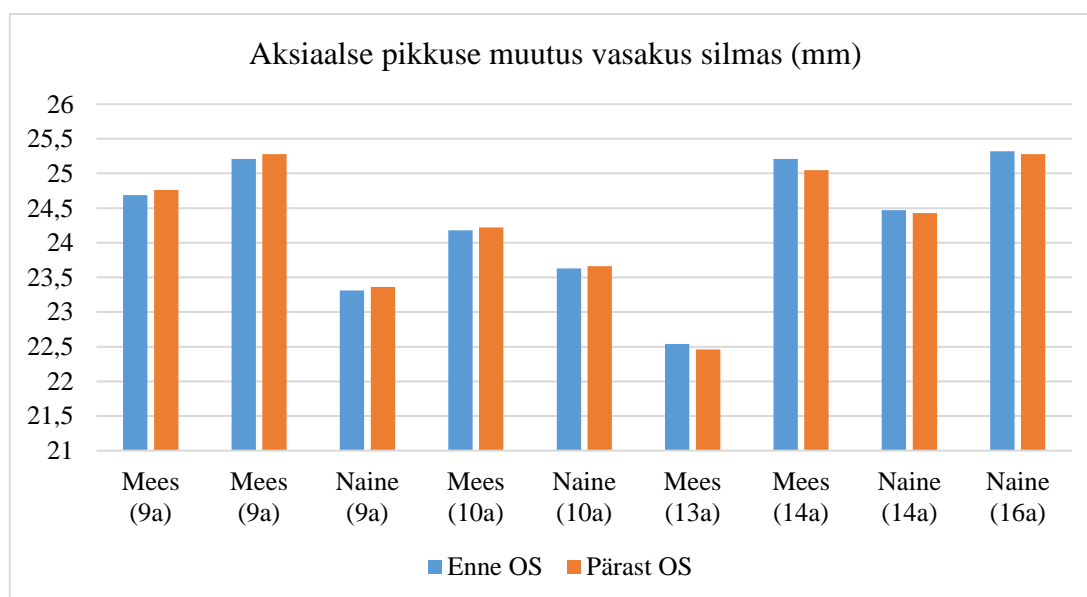
Joonis 12. Muutus silma aksiaalses pikkuses kolme kuu jooksul (mm).

Grupp I muutus kolme kuu jooksul paremas silmas oli $0,05 \pm 0,025\text{mm}$. Grupp II muutus kolme kuu jooksul paremas silmas oli $-0,02 \pm 0,013\text{mm}$. Grupp I kõigi viie uuritava silmatelje pikkus oli kolme kuu jooksul paremas silmas suurenenud. Grupp II kolme uuritava silmatelje pikkus oli kolme kuu jooksul paremas silmas kahanenud, ühel uuritaval suurenenud (vt Joonis 13.).



Joonis 13. Aksiaalse pikkuse muutus kolme kuu jooksul paremas silmas.

Grupp I muutus kolme kuu jooksul vasakus silmas oli $0,05 \pm 0,13\text{mm}$. Grupp II muutus kolme kuu jooksul vasakus silmas oli $-0,1 \pm 0,05\text{mm}$. Grupp I kõigi viie uuritava silmatelje pikkus oli kolme kuu jooksul vasakus silmas suurenenud. Grupp II kõigi nelja uuritava silmatelje pikkus oli kolme kuu jooksul vasakus silmas kahanenud (vt Joonis 14.).



Joonis 14. Aksiaalse pikkuse muutus kolme kuu jooksul vasakus silmas.

6. ARUTELU

Müopia on maailmas enimlevinud refraktsiooniviga mille osakaal elanikkonnas on kasvutrendis. Kõrge müopia suurendab riski erinevate silmahaiguste tekkeks, seega on selle arengu pidurdamine tänapäeval väga oluliseks teemaks. Uuringutes on selgunud, et tänapäeval kasutuselolevad müopia kontrolli strateegiad töötavad ning nendest üheks edukaimaks on ortokeratoloogia. (Lanca jt., 2023).

Tänapäeval on müopia progressiooni jälgimisel oluliseimaks faktoriks silmatelje pikkuse kasvu jälgimine. Üheks tõhusaimaks seadmeks on Oculus *Myopia Master*®, mis ühendab silma aksiaalse pikkuse ja sarvkesta kumerusraadiuse mõõtmise autorefraktomeetriga. Antud seadmega on teostatud kõik mõõtmised mis kajastuvad antud lõputöö uuringus.

Tideman jt. on välja töötanud aksiaalse pikkuse kasvudiagrammi, et prognoosida Euroopa laste müopia progressiooni. Müopia areneb kõige agressiivsemalt vanuses 6-10 eluaastat. Selle perioodi vältel on emmetroopse silma aksiaalne kasv aastas ligikaudu 0,19mm ning müoopilise silma puhul 0,34mm. (Tideman jt., 2018). Vanuses 11-16 on normaalne silmatelje kasv ühe aasta jooksul umbes 0,08-0,1mm, müopia korral on aastane kasv umbes 0,2mm. (Truckenbrod et al., 2021). See teeks kolme kuu eeldatavaks silmatelje pikkuse muutuseks 6-10aastastel lastel 0,05mm, müopia korral oleks eeldatav kasv kolme kuu jooksul 0,09mm. Lastel vanuses 11-16 eluaastat oleks eeldatav silmatelje pikkuse muutus kolme kuu jooksul lastel 0,03mm, müopia korral oleks eeldatav kasv kolme kuu jooksul 0,05mm. Müopia kontrolli strateegiatega üritatakse müoopilise silma kasvu pärssida sedasi, et aastane kasv oleks võimalikult sarnane emmetroopse silmaga (Chamberlain jt., 2021). Antud lõputöö uuringus leiti, et 9-10 aasta vanustel uuritavatel esines kolme kuu jooksul keskmiselt $0,05 \pm 0,02$ mm suurune silmatelje kasv ning 13-16 aasta vanustel uuritavatel keskmiselt $-0,05 \pm 0,11$ mm suurune kasv. Uuringu tulemused on kooskõlas Tideman jt. (2018) poolt loodud kasvudiagrammiga. Lõputöö autor järeldas tulemustest, et ortokeratoloogilisi kontaktläätsi kandnud müoopiliste laste silmatelje kasv on sarnane emmetroopsete laste kasvuga.

Lõputöö teoreetilises osas välja toodud uuringus leidsid Zhang jt. (2024), et ortokeratoloogia on edukas müopia kontrolli strateegia ning nende uuringus leiti, et 8-12 aastaste madala müopiaga uuritavate silmatelje kasv kolme kuu jooksul oli $0,17 \pm 0,46$ mm. Antud lõputöö uuringus tuvastati samas vanuserühmas ning sarnase müopia suurusega uuritavatel kolme kuu jooksul $0,05 \pm 0,02$ mm. Sarnaselt Zhang jt. (2024) uuringule, kes leidsid, et 8-12 aastaste

mõõduka müoopiaiga uuritavate silmatelje pikkuse kasv kolme kuu jooksul oli $0,07 \pm 0,09\text{mm}$, tuvastati ka käesolevas uuringus samas vanuserühmas ning sarnase müoopiaiga uuritavatel $0,05 \pm 0,03\text{mm}$ suurune kasv. Zhang jt. (2024) leidsid, et uuritavatel vanuses 12-15 eluaastat, kellel esines madal müoopia, oli silmatelje kasv kolme kuu jooksul oli $0,08 \pm 0,46\text{mm}$. Antud lõputöö uuringus esines samas vanuserühmas ning sarnase müoopiaiga uuritavatel kolme kuu jooksul - $0,11 \pm 0,04\text{mm}$ suurune kasv. Sarnaselt Zhang jt. (2024) uuringule, kes leidsid, et samas vanuserühmas oli mõõduka müoopia korral silmatelje pikenemine kolme kuu jooksul $0,04 \pm 0,07\text{mm}$, leiti antud uuringus samas vanuserühmas ning sarnase müoopiaiga uuritavatel $-0,03 \pm 0,12\text{mm}$ suurune kasv.

Antud lõputöö uuringus saavutati kolme kuu jooksul paremad tulemused kui Zhang'i ja kolleegide poolt läbi viidud uuringus kuid ka antud lõputöö valim oli väiksem. Lõputöö autor leidis, et uuringutulemused on kooskõlas varasemate uuringutega ning saab järeldada, et ortokeratoloogia on edukas silma liigse aksiaalse pikenemise pärssimisel. Müoopia kontrolli strateegia edukuse hindamiseks peab tulevikus võrdlema algandmeid peale aastat kontaktläätsede kandmisel fikseeritud tulemustega kuid hetkel kolme kuu mõõtmistulemuste alusel saab väita, et ortokeratoloogia võib olla edukas müoopia progresseerumise aeglustamisel.

Müoopia suure levimuse tõttu on oluline, et optometristid oleksid teadlikud erinevatest variantidest selle korrigeerimiseks ning võimalikest viisidest müoopia arengu pärssimiseks. Käesoleva lõputöö tulemusi on võimalik kasutada eriala praktikas klientide nõustamisel erinevate müoopia korrigeerimise meetoditest, müoopia kontrolli strateegiate tutvustamisel ja efektiivsuse põhjendamisel. Käesolevat lõputööd saab edasi arendada kui kliendid on kandnud ortokeratoloogilisi kontaktläätsi aasta aega. Edasiarendus annaks terviklikuma ülevaate ortokeratoloogia edukusest müoopia kontrolli strateegiana.

JÄRELDUSED

Lõputöö eesmärgiks oli anda ülevaade ortokeratoloogilistest kontaktläätsedest ning nende rollist müopia progresseerumise aeglustamisel. Antud töö eesmärk on saavutatud ning püstitatud uurimisküsimused said vastused.

1. Müoopilise ortokeratoloogia otstarbeks on lühiajaline plaaniline müopia vähendamine. Termin ortokeratoloogia on kasutusel alates 1962. aastast ning alates 2000ndate algusest on see aina rohkem tähelepanu pälvinud. Tänapäeval tähendab ortokeratoloogia "üleöö ortokeratoloogia" kontseptsiooni ehk läätsede silma asetamist magamise ajaks. Algselt kasutati ortokeratoloogilisi kontaktläätsi täiskasvanute müopia korrigeerimiseks kuid tänapäeval on peamiseks kasutuselaks müopia progressiooni aeglustamine.
2. Ortokeratoloogilised kontaktläätsed on kõvad õhku läbilaskvad kontaktläätsed (RGP), mis on valmistatud pöördgeomeetrilise disainiga. Pöördgeomeetrilise disaini erineva kumerusega kõverad avaldavad sarvkestale positiivset ja negatiivset jõudu, mille abil muudetakse sarvkesta kuju. Ortokeratoloogilised kontaktläätsed muudavad ajutiselt sarvkesta tsentraalset osa lamedamaks ning perifeerset osa kumeramaks. See võimaldab 8-10 tunni jooksul peale ärkamist terava nägemise ilma optilise korrektsioonita.
3. Ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmine põhjustab perifeerset defookust mida on seostatud liigse silmatelje pikkuse kasvu pärssimisega. Ortokeratoloogiat peetakse üheks efektiivseimaks müopia kontrolli strateegiaks, mis on suhteliselt ohutu ja suudab liigset silmatelje pikenemist ennetada.
4. Oculus *Myopia Master*® on spetsiaalselt müopia uurimiseks välja töötatud aparaat, mis tugineb biomeetrisel andmetel. *Tegemist* on seadmega, mis ühendab silma aksiaalse pikkuse ja sarvkesta kumerusraadiuse mõõtmise autorefraktomeetriga. Lisaks on seade varustatud GRAS tarkvaraga, mis võimaldab täpsemalt hinnata kui suur osa müopiast on põhjustatud silma refraktiivsest tugevusest ning kui suur osa silma aksiaalsest pikkusest. *Myopia Master*® masina tarkvara võimaldab võrrelda individuaalseid mõõtmiseid etnilise päritolu, soo ja vanusega sobivate normatiivsete kasvukõveratega, et andmeid mugavamalt tõlgendada ning müopia tekke ja progresseerumise riski hinnata. Samuti on võimalik hinnata individuaalseid keskkonnal ja geneetikal põhinevaid riskifaktoreid.
5. Uuringus leiti, et ortokeratoloogia võib pärssida liigset silmatelje pikkuse kasvu. Peale kolme kuud ortokeratoloogiliste kontaktläätsede kandmist olid muutused uuritavate

silma aksiaalses pikkuses vahemikus $-0,16\text{mm}$ kuni $0,17\text{mm}$. Uuritavatel vanuses 9-10 eluaastat esines kolme kuu jooksul $0,05 \pm 0,02\text{mm}$ suurune silmatelje kasv. Uuritavatel vanuses 13-16 eluaastat esines kolme kuu jooksul keskmiselt $-0,05 \pm 0,11\text{mm}$ suurune silmatelje kasv. Uuringu tulemused on kooskõlas varasemate uuringute tulemustega ning viitavad ortokeratoloogia kui müopia kontrolli strateedia edukusele.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Batres, L., Peruzzo, S., Serramito, M., & Carracedo, G. (2020). Accommodation response and spherical aberration during orthokeratology. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 258(1), 117–127. <https://doi.org/10.1007/s00417-019-04504-x>
- Batres, L., Valdes-Soria, G., Romaguera, M., & Carracedo, G. (2024). Accommodation response and spherical aberration during 1-Year of orthokeratology lens wear and after discontinuation. *Contact Lens and Anterior Eye*, 102133. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2024.102133>
- Bergmanson, J. P. G. (2019). Anatomy and Physiology of the Cornea and Related Structures. In *Contact Lenses* (pp. 33–64). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-7168-3.00003-9>
- Bullimore, M. A., & Brennan, N. A. (2019). Myopia Control: Why Each Diopter Matters. *Optometry and Vision Science*, 96(6), 463–465. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001367>
- Bullimore, M. A., & Johnson, L. A. (2020). Overnight orthokeratology. *Contact Lens and Anterior Eye*, 43(4), 322–332. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2020.03.018>
- Bullimore, M. A., & Richdale, K. (2020). Myopia Control 2020: Where are we and where are we heading? *Ophthalmic and Physiological Optics*, 40(3), 254–270. <https://doi.org/10.1111/opo.12686>
- Carracedo, G., Espinosa-Vidal, T. M., Martínez-Alberquilla, I., & Batres, L. (2019). The Topographical Effect of Optical Zone Diameter in Orthokeratology Contact Lenses in High Myopes. *Journal of Ophthalmology*, 2019, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2019/1082472>
- Cavas-Martínez, F., De la Cruz Sánchez, E., Nieto Martínez, J., Fernández Cañavate, F. J., & Fernández-Pacheco, D. G. (2016). Corneal topography in keratoconus: state of the art. *Eye and Vision*, 3(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s40662-016-0036-8>
- Chamberlain, P., Lazon de la Jara, P., Arumugam, B., & Bullimore, M. A. (2021). Axial length targets for myopia control. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 41(3), 523–531. <https://doi.org/10.1111/opo.12812>
- Chang, P. (2021). ORTHOKERATOLOGY: PRINCIPLES, LESSONS, CASES. Learn how to best apply this modality for myopia control and more. *Review of Cornea & Contact Lenses*, 18–24.
- Charm Chi Foon, J. (2017). Orthokeratology: clinical utility and patient perspectives. *Clinical Optometry*, Volume 9, 33–40. <https://doi.org/10.2147/OPTO.S104507>
- Chen, Q., Li, M., Yuan, Y., Me, R., Yu, Y., Shi, G., & Ke, B. (2017). Interaction between Corneal and Internal Ocular Aberrations Induced by Orthokeratology and Its Influential Factors. *BioMed Research International*, 2017, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2017/3703854>

- Cho, P., & Cheung, S.-W. (2012). Retardation of Myopia in Orthokeratology (ROMIO) Study: A 2-Year Randomized Clinical Trial. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53(11), 7077. <https://doi.org/10.1167/iovs.12-10565>
- Chowdhury, P., & Shah, B. (2018). Precision of Orthokeratology. *Ophthalmology Research: An International Journal*, 9(1), 1–3. <https://doi.org/10.9734/OR/2018/40354>
- Dave, T. (1998). Current trends in modern orthokeratology. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 18(2), 224–233. [https://doi.org/10.1016/S0275-5408\(97\)00086-0](https://doi.org/10.1016/S0275-5408(97)00086-0)
- Erdinest, N., London, N., Lavy, I., Berkow, D., Landau, D., Morad, Y., & Levinger, N. (2023). Peripheral Defocus and Myopia Management: A Mini-Review. *Korean Journal of Ophthalmology*, 37(1), 70–81. <https://doi.org/10.3341/kjo.2022.0125>
- Fadel, D., & Kramer, E. (2019). Potential contraindications to scleral lens wear. *Contact Lens and Anterior Eye*, 42(1), 92–103. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2018.10.024>
- Fledelius, H. C., Christensen, A. S., & Fledelius, C. (2014). Juvenile eye growth, when completed? An evaluation based on IOL-Master axial length data, cross-sectional and longitudinal. *Acta Ophthalmologica*, 92(3), 259–264. <https://doi.org/10.1111/aos.12107>
- Flitcroft, D. I., He, M., Jonas, J. B., Jong, M., Naidoo, K., Ohno-Matsui, K., Rahi, J., Resnikoff, S., Vitale, S., & Yannuzzi, L. (2019). IMI – Defining and Classifying Myopia: A Proposed Set of Standards for Clinical and Epidemiologic Studies. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 60(3), M20. <https://doi.org/10.1167/iovs.18-25957>
- Gispets, J., Yébara, P., Lupón, N., Cardona, G., Pérez-Corral, J., Pauné, J., & Cortilla, B. (2022). Efficacy, predictability and safety of long-term orthokeratology: An 18-year follow-up study. *Contact Lens and Anterior Eye*, 45(1), 101530. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2021.101530>
- González-Pérez, J., Sánchez-García, A., & Parafita, M. A. (2024). Epithelial and stromal thickness profile and lens decentration in myopic orthokeratology. *Journal of Optometry*, 17(2), 100485. <https://doi.org/10.1016/j.optom.2023.100485>
- Heydarian, S., Hashemi, H., Shokrollahzadeh, F., Yekta, A. A., Ostadimoghaddam, H., Derakhshan, A., & Khabazkhoob, M. (2018). The normal distribution of corneal eccentricity and its determinants in two rural areas of north and south of Iran. *Journal of Current Ophthalmology*, 30(2), 147–151. <https://doi.org/10.1016/j.joco.2017.11.006>
- Hiraoka, T., Kakita, T., Okamoto, F., Takahashi, H., & Oshika, T. (2012). Long-Term Effect of Overnight Orthokeratology on Axial Length Elongation in Childhood Myopia: A 5-Year Follow-Up Study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53(7), 3913. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-8453>
- Holden, B. A., Fricke, T. R., Wilson, D. A., Jong, M., Naidoo, K. S., Sankaridurg, P., Wong, T. Y., Naduvilath, T. J., & Resnikoff, S. (2016). Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, 123(5), 1036–1042. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.01.006>

- Hou, W., Norton, T. T., Hyman, L., & Gwiazda, J. (2018). Axial Elongation in Myopic Children and its Association With Myopia Progression in the Correction of Myopia Evaluation Trial. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*, 44(4), 248–259. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000505>
- Kinoshita, N., Konno, Y., Hamada, N., Kanda, Y., Shimmura-Tomita, M., Kaburaki, T., & Kakehashi, A. (2020). Efficacy of combined orthokeratology and 0.01% atropine solution for slowing axial elongation in children with myopia: a 2-year randomised trial. *Scientific Reports*, 10(1), 12750. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69710-8>
- Lakhundi, S., Siddiqui, R., & Khan, N. A. (2017). Pathogenesis of microbial keratitis. *Microbial Pathogenesis*, 104, 97–109. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2016.12.013>
- Lanca, C., Pang, C. P., & Grzybowski, A. (2023). Effectiveness of myopia control interventions: A systematic review of 12 randomized control trials published between 2019 and 2021. *Frontiers in Public Health*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1125000>
- Liong, S. L., Mohidin, N., Tan, B. W., & Ali, B. M. (2015). Refractive error, visual acuity, and corneal-curvature changes in high and low myopes with orthokeratology treatment: A Malaysian study. *Taiwan Journal of Ophthalmology*, 5(4), 164–168. <https://doi.org/10.1016/j.tjo.2015.07.006>
- Liu, Y. M., & Xie, P. (2016). The Safety of Orthokeratology—A Systematic Review. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*, 42(1), 35–42. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000219>
- Lu, W., Song, G., Zhang, Y., Lian, Y., Ma, K., Lu, Q., Jin, Y., Zhao, Y., Zhang, S., Lv, F., & Jin, W. (2023). The effect of orthokeratology lenses on optical quality and visual function in children. *Frontiers in Neuroscience*, 17. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1142524>
- Martínez-Plaza, E., Molina-Martín, A., Arias-Puente, A., & Piñero, D. P. (2022). Clinical Validation of a New Optical Biometer for Myopia Control in a Healthy Pediatric Population. *Children*, 9(11), 1713. <https://doi.org/10.3390/children9111713>
- Németh, J., Tapasztó, B., Aclimandos, W. A., Kestelyn, P., Jonas, J. B., De Faber, J.-T. H. N., Januleviciene, I., Grzybowski, A., Nagy, Z. Z., Pärssinen, O., Guggenheim, J. A., Allen, P. M., Baraas, R. C., Saunders, K. J., Flitcroft, D. I., Gray, L. S., Polling, J. R., Haarman, A. E., Tideman, J. W. L., ... Resnikoff, S. (2021). Update and guidance on management of myopia. European Society of Ophthalmology in cooperation with International Myopia Institute. *European Journal of Ophthalmology*, 31(3), 853–883. <https://doi.org/10.1177/1120672121998960>
- Nichols, J. J., Jones, L., Morgan, P. B., & Efron, N. (2021). Bibliometric analysis of the orthokeratology literature. *Contact Lens and Anterior Eye*, 44(4), 101390. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2020.11.010>
- Nti, A. N., & Berntsen, D. A. (2020). Optical changes and visual performance with orthokeratology. *Clinical and Experimental Optometry*, 103(1), 44–54. <https://doi.org/10.1111/cxo.12947>

Oculus koduleht. *Myopia Master*®.

<https://www.oculus.de/en/products/myopia-master/> (05.12.2024)

Pauné, J., Fonts, S., Rodríguez, L., & Queirós, A. (2021). The Role of Back Optic Zone Diameter in Myopia Control with Orthokeratology Lenses. *Journal of Clinical Medicine*, *10*(2), 336. <https://doi.org/10.3390/jcm10020336>

Pedersen, H. R., Svarverud, E., Hagen, L. A., Gilson, S. J., & Baraas, R. C. (2023). Comparing ocular biometry and autorefractometry measurements from the Myopia Master with the IOLMaster 700 and the Huvitz HRK-8000A autorefractor. *Ophthalmic and Physiological Optics*, *43*(3), 410–417. <https://doi.org/10.1111/opo.13101>

Pereira-da-Mota, A. F., Costa, J., Amorim-de-Sousa, A., González-Méijome, J. M., & Queirós, A. (2020). The Impact of Overnight Orthokeratology on Accommodative Response in Myopic Subjects. *Journal of Clinical Medicine*, *9*(11), 3687. <https://doi.org/10.3390/jcm9113687>

Russo, A., Boldini, A., Romano, D., Mazza, G., Bignotti, S., Morescalchi, F., & Semeraro, F. (2022). Myopia: Mechanisms and Strategies to Slow Down Its Progression. *Journal of Ophthalmology*, *2022*, 1–20. <https://doi.org/10.1155/2022/1004977>

Santodomingo-Rubido, J., Villa-Collar, C., Gilmartin, B., Gutiérrez-Ortega, R., & Sugimoto, K. (2017). Long-term Efficacy of Orthokeratology Contact Lens Wear in Controlling the Progression of Childhood Myopia. *Current Eye Research*, *42*(5), 713–720. <https://doi.org/10.1080/02713683.2016.1221979>

Saw, S.-M., Matsumura, S., & Hoang, Q. V. (2019). Prevention and Management of Myopia and Myopic Pathology. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, *60*(2), 488. <https://doi.org/10.1167/iovs.18-25221>

Swarbrick, H. A. (2006). Orthokeratology review and update. *Clinical and Experimental Optometry*, *89*(3), 124–143. <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2006.00044.x>

Swarbrick, H. A. (2018). Orthokeratology for myopia control: an optometrist's view. *Annals of Eye Science*, *3*, 17–17. <https://doi.org/10.21037/aes.2018.02.01>

Tideman, J. W. L., Polling, J. R., Vingerling, J. R., Jaddoe, V. W. V., Williams, C., Guggenheim, J. A., & Klaver, C. C. W. (2018). Axial length growth and the risk of developing myopia in European children. *Acta Ophthalmologica*, *96*(3), 301–309. <https://doi.org/10.1111/aos.13603>

Truckenbrod, C., Meigen, C., Brandt, M., Vogel, M., Sanz Diez, P., Wahl, S., Jurkutat, A., & Kiess, W. (2021). Longitudinal analysis of axial length growth in a German cohort of healthy children and adolescents. *Ophthalmic and Physiological Optics*, *41*(3), 532–540. <https://doi.org/10.1111/opo.12817>

Vincent, S. J., Cho, P., Chan, K. Y., Fadel, D., Ghorbani-Mojarrad, N., González-Méijome, J. M., Johnson, L., Kang, P., Michaud, L., Simard, P., & Jones, L. (2021). BCLA CLEAR - Orthokeratology. *Contact Lens and Anterior Eye*, *44*(2), 240–269. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2021.02.003>

- Wu, S.-Y., Wang, J.-H., & Chiu, C.-J. (2022). Assessment of Satisfaction, Compliance and Side Effects among Long-Term Orthokeratology Wearers. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(14), 4126. <https://doi.org/10.3390/jcm11144126>
- Ye, Y., Zhao, Y., Han, T., Zhang, X., Miao, H., Qin, B., & Zhou, X. (2022). Accuracy of axial length, keratometry, and refractive measurement with Myopia Master in children with ametropia. *BMC Ophthalmology*, *22*(1), 468. <https://doi.org/10.1186/s12886-022-02672-9>
- Zambrano Peralta, P., Ortiz Quito, M., Guerrero Ortiz, F., & Cervantes Anaya, L. (2023). Orthokeratology vs. orthokeratology combined with atropine for the control of myopia in children: systematic review. *Archivos de La Sociedad Española de Oftalmología (English Edition)*, *98*(10), 568–576. <https://doi.org/10.1016/j.oftale.2023.08.001>
- Zhang, S., Zhu, H., Zhang, L., Gao, M., Liu, C., & Zhao, Q. (2024). Effects of orthokeratology on corneal reshaping and the delaying of axial eye growth in children. *Heliyon*, *10*(12), e33341. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33341>
- Zhou, H., Zhao, G., & Li, Y. (2022). Adjunctive effects of orthokeratology and atropine 0.01% eye drops on slowing the progression of myopia. *Clinical and Experimental Optometry*, *105*(5), 520–526. <https://doi.org/10.1080/08164622.2021.1943318>