

Leeni Mäkelä & Sanna Sillanpää

DIAGNOSTISET LÄÄKEAINEET OPTIKON KÄYTÖSSÄ

Tropikamidin ja syklopentolaatin vertaileva käyttötutkimus

DIAGNOSTISET LÄÄKEAINEET OPTIKON KÄYTÖSSÄ

Tropikamidin ja syklopentolaatin vertaileva käyttötutkimus

Leeni Mäkelä
Sanna Sillanpää
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Optometrian tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Optometrian tutkinto-ohjelma

Tekijät: Leeni Mäkelä & Sanna Sillanpää

Opinnäytetyön nimi: DIAGNOSTISET LÄÄKEAINEET OPTIKON KÄYTÖSSÄ – Tropikamidin ja syklopentolaatin vertaileva käyttötutkimus

Työn ohjaaja: Jussila, Aino-Liisa

Työn valmistusluku- ja vuosi: Syksy 2015

Sivumäärä: 64 + 3 liitettä

Vuodesta 2011 lähtien optikoiden on ollut mahdollista hankkia vastaanottoimintaansa diagnostisten lääkeaineiden käyttöoikeus. Tässä tutkimuksessa analysoimme vuonna 2014 optikkoliike Opti-Silmässä toteutettujen diagnostisten lääkeaineiden kokeilussa saatuja tuloksia.

Tavoitteenamme oli tuottaa tietoa käytetyn koeasetelman soveltuvuudesta laajemman vertailevan tutkimuksen toteuttamiseksi, vertailla teorian ja käytännön kohtaamista sekä tuoda käytännönläheistä tietoa lääkeaineista teorian tueksi. Tutkimuksen tarkoituksena oli kuvailla tropikamidin ja syklopentolaatin vaikutuksia silmään sekä vertailla niiden eroja ja yhtäläisyyksiä optikon käytössä. Molempia lääkeaineita testattiin yhdessä pintapuudute oksibuprokaiinihydrokloridin kanssa.

Tutkimamme kokeilu oli luonteeltaan paneeliasetelmaa hyödyntävä kokeellinen tutkimus, jossa lääkeaineita testattiin yhdeksälle nuorelle koehenkilölle. Tulokset analysoitiin pääosin kvantitatiivisin menetelmin Microsoft Excel -ohjelmaa apuna käyttäen, mutta tuotettu oheistieto sisältää myös kvalitatiivista aineistoa koehenkilöiden kokemuksista lääkeaineista palautumisesta. Viitekehyksessä on käyty läpi silmän anatomiaa hermotuksen kannalta sekä tarkastelun kohteena olleiden diagnostisten lääkeaineiden vaikutustapoja ja käyttökohteita.

Saadut tulokset eivät pienen tutkimusjoukon vuoksi ole yleistettävissä sellaisenaan, mutta ne ovat kuitenkin linjassa aiemman teorian kanssa. Tropikamidin ja puudutteen yhdistelmä oli kokeilun perusteella paras tapa mustuaisen laajentamiseen optikon käytössä. Se ei aiheuta yhtä pitkäkestoisia häiriöitä näkemisessä kuin syklopentolaatti. Mustuaisen laajenemisaste ja laajenemisen nopeus oli yhteneväinen kummallakin testatulla valmisteella. Sykloplegian taso oli syvempi syklopentolaatilla kuin tropikamidilla.

Tutkimustamme voi hyödyntää suunniteltaessa laajempaa vertailevaa diagnostisten lääkeaineiden käyttötutkimusta. Näin saataisiin yleistettävämpää käytännönläheistä tietoa lääkeaineiden hyödyntämisestä optikon työssä.

Asiasanat: diagnostiset lääkeaineet, syklopentolaatti, tropikamidi, sykloplegia, mydriaasi, akkommodaatio, silmien tutkiminen

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Optometry

Authors: Leeni Mäkelä & Sanna Sillanpää

Title of thesis: Diagnostic Drugs in the Hands of an Optometrist – A Comparative Study of Tropicamide and Cyclopentolate

Supervisor: Jussila, Aino-Liisa

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2015

Number of pages: 64 + 3 appendices

Since 2011 Finnish optometrists have been permitted to acquire a licence for the use of certain diagnostic drugs in their practice by accomplishing the Pro Auctore Diagnostic Pharmaceutical License Education. This study focuses on the results of an experimental study done using tropicamide, cyclopentolate and oxibuprocaine in an optical shop in 2014. We wanted to find out how the method used in the experiment would suit a broader comparative study.

The main questions of our study focused on describing how tropicamide and cyclopentolate affected the eye and on the comparison of the differences and the similarities the two drugs had from an optometrist's point of view.

The experimental study had a sample of nine young adults. The data were analysed mainly with quantitative methods using Microsoft Excel but they also featured qualitative content of the recovery to normal eyesight.

The combination of tropicamide and the local anesthetic proved to be the best mean for dilating the pupil. Tropicamide was useful also because it did not have as long-lasting interference to eyesight as cyclopentolate did. Both agents had the same effect on the level and the rapidity of pupil dilation. With cyclopentolate the cycloplegia was deeper than with tropicamide.

The results of our study can be used in planning a broader comparative experimental study on tropicamide and cyclopentolate. This way practical and more generalized information about utilizing diagnostic drugs in an optometrist's practice would be produced. Due to the small number of subjects the results of this study cannot be generalized, but they are congruent with the theory based knowledge.

Keywords: diagnostic drugs, cyclopentolate, tropicamide, cycloplegia, mydriasis, accommodation, eye examination

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	OPTIKKO DIAGNOSTISTEN LÄÄKEAINEIDEN KÄYTTÄJÄNÄ JA SILMIEN TUTKIJANA ..	9
2.1	Optikko diagnostisten lääkeaineiden käyttäjänä	9
2.1.1	Optikon koulutus ja toimenkuva	9
2.1.2	Optikon työhön vaikuttava lainsäädäntö	10
2.2	Hermotus ja silmä	11
2.2.1	Hermoston rakenne ja autonominen hermosto	12
2.2.2	Aivohermot, jotka hermottavat silmän toimintaa	16
2.2.3	Sarveiskalvo	17
2.2.4	Värikalvo ja pupilli	17
2.2.5	Etukammio, takakammio ja kammioneste	20
2.2.6	Sädelihas, mykiö ja akkommodaatio	21
2.3	Diagnostiset lääkeaineet silmien tutkimisessä	22
2.3.1	Lääkeaineiden vaikutustavat	23
2.3.2	Optikon käyttämät diagnostiset lääkeaineet	25
2.3.3	Optikon käyttämien diagnostisten lääkeaineiden käyttö- ja vasta-aiheita ...	26
2.3.4	Sykloplegian käyttöaiheita ja vasta-aiheita	27
3	TUTKIMUSKYSYMYKSET	31
4	TUTKIMUSMETODOLOGIA	32
5	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	34
5.1	Tutkittavien valinta ja koetilanteiden aikataulu	34
5.2	Aineistonkeruumenetelmä ja esitestaaminen	35
5.3	Aineiston keruun toteuttaminen ja aineiston analysointi	38
6	TUTKIMUKSEN TULOKSET	40
6.1	Mustuaisen laajeneminen	40
6.2	Akkommodaatiolaajuus ja jäännösakkommodaatio	43
6.3	Akkommodaatiolaajuus pienellä mustuaisella	45
6.4	Objektiivinen refraktio	47
6.5	Lea Numbers -näöntarkkuudet	48
6.6	Koehenkilöiden silmänpaineet	48
6.7	Tippalääkkeistä palautuminen	49

7	TULOSTEN YHTEENVETO	50
8	POHDINTA.....	52
8.1	Tulosten tarkastelu	52
8.2	Tutkimuksen luotettavuus.....	54
8.3	Tutkimuksen eettisyys	56
8.4	Omat oppimiskokemukset ja jatkotutkimushaasteet.....	56
	LÄHTEET.....	58
	LIITTEET	65

1 JOHDANTO

Optometristien työnkuva on viime vuosien aikana alkanut muuttua kliinisempään suuntaan. Tästä kertovat muun muassa Suomen lakiin ja optometristeja kouluttavien oppilaitosten opetussuunnitelmiin tehdyt muutokset, jotka mahdollistavat diagnostisten lääkeaineiden käytön optikon työssä. (Oulun ammattikorkeakoulu 2015; Metropolia Ammattikorkeakoulu 2015, viitattu 14.5.2015; Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 28.6.1994/559 23 d §.) Tällä hetkellä optikkoliikkeet ovat alihyödynnettyjä. Väestön ikääntyessä ja ikärakenteiden muuttuessa nykyiset toimintatavat eivät ole riittävät ja optikoiden ammattitaidon hyödyntämisen mahdollisuudet sosiaali- ja terveysalalla onkin huomattu myös päättäjien tasolla. (Tast 2015.)

Optikon työnkuvan muuttumisesta kliinisempään suuntaan ja diagnostisten lääkeaineiden käytöstä kiinnostuneena innostuimme meille tarjotusta opinnäytetyön aiheesta, jossa tutkimuksen kohteena oli helmi- ja marraskuussa 2014 tehty diagnostisten lääkeaineiden kokeellinen tutkimus ja sen tulokset. Tutkimuksessa testattiin yhdeksälle nuorelle koehenkilölle kahta lyhytvaikutteista mydriaatti-sykloplegiä, Oftan Tropicamid® ja Oftan Syklo®, yhdessä puudutteen kanssa. Koimme aiheen ajankohtaiseksi ja hyödylliseksi, sillä saamme itsekin diagnostisten lääkeaineiden käyttöoikeudet opiskelujen loputtua ja koska optometristien työnkuva on muuttumassa kliinisempään suuntaan.

Tutkimuksen tarkoituksena oli kuvailla samalla tavoin ja samoille koehenkilöille annosteltujen Oftan Tropicamid® ja Oftan Syklo® -lääkeaineiden vaikutuksia silmään, sekä vertailla niiden eroja ja yhtäläisyyksiä niiden käyttötarkoituksissa. Tavoitteenamme oli tuottaa tietoa käytetyn koeasetelman soveltuvuudesta laajemman vertailevan tutkimuksen toteuttamiseksi. Opinnäytetyössämme pyrimme myös vertailemaan toteutetun kokeilun avulla teoretiedon ja käytännön kohtaamista sekä tuomaan käytännönläheistä tietoa optikoille jo olemassa olevan teoretiedon tueksi.

Vastaavanlaista kokeellista tutkimusta diagnostisista lääkeaineista ei tiettävästi ole aiemmin Suomessa tehty. Diagnostisiin lääkeaineisiin liittyen on aiemmin tehty Oulun ammattikorkeakoulussa kolme eri opinnäytetyötä, jotka ovat olleet optikoille suunnattuja haastattelu- tai kyselytutkimuksia (Saarela 2012, Hytönen & Niemelä 2012, Kulju & Reinilä 2014). Helsingin Metropolia Ammattikorkeakoulussa on tehty opinnäytetyönä optikoille tietopaketti diagnostisista lääkeaineista (Launonen

& Turpeinen 2011) sekä yksi käyttötutkimus lääkeaineisiin liittyen (Koivu & Lehtonen 2013). Jälkimmäisessä tutkimuksessa kymmenen koehenkilön pupillit laajennettiin käyttämällä Oftan® Tropicamid -tippoja (5 mg/ml) ja tutkittiin pupillin halkaisijan vaikutusta refraktioon (Koivu & Lehtonen 2013).

2 OPTIKKO DIAGNOSTISTEN LÄÄKEAINEIDEN KÄYTTÄJÄNÄ JA SILMIEN TUTKIJANA

2.1 Optikko diagnostisten lääkeaineiden käyttäjänä

Tässä luvussa kerromme optikon tutkinto-ohjelmasta ja toimenkuvasta, sekä siihen vaikuttavasta lainsäädännöstä. Lisäksi kerromme ammatinkuvan muuttumisesta enemmän kliiniseen optometriin. Tähän liittyy myös vuonna 2010 tullut lakimuutos, jonka myötä optikoilla on oikeus määrätä vastaanottoiminnassaan tarvitsemiaan lääkkeitä (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääkkeen määräämisestä 2.12.2010/1088).

2.1.1 Optikon koulutus ja toimenkuva

Optikko on ammattikorkeakoulusta optometrian tutkinto-ohjelmasta valmistunut itsenäinen terveysalan ammattihenkilö. Tutkintonimike on optometrismi ja ammattinimike optikko. Ammatin harjoittamiseen vaaditaan tutkinnon suorittamisen lisäksi Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontaviraston myöntämä laillistus. Koulutuksen laajuus on 210 opintopistettä ja kesto kolme ja puoli vuotta. (Oulun ammattikorkeakoulu 2015, viitattu 14.5.2015.) Optometristiksi voi opiskella Helsingin Metropolia Ammattikorkeakoulussa sekä Oulun ammattikorkeakoulussa (Suomen optinen toimiala 2015, viitattu 27.1.2015).

Optometristin koulutus koostuu matemaattis-luonnontieteellisistä opinnoista, näönhuollon, silmälasien ja optisten apuvälineiden teknologian opinnoista sekä lääketieteellisistä opinnoista. Koulutuksessa keskeistä on näkemisen, näön ja silmäsairauksien tunteminen sekä näiden tutkimisen menetelmien osaaminen. Opiskelujen aikana on runsaasti käytännön harjoittelua oppilaitoksen tiloissa sekä ohjattua harjoittelua optikkoliikkeissä. Näöntarkastusmenetelmien, näönkorjausratkaisujen ja silmien terveydentilan tunnistamisen lisäksi nykyiseen tutkintoon sisältyy oikeus sovittaa piilolaseja ja heikkonäköisten apuvälineitä sekä diagnostisten lääkeaineiden käyttöoikeus silmien tutkimisen yhteydessä. (Oulun ammattikorkeakoulu 2015, viitattu 14.5.2015.)

Optometristit sijoittuvat työelämässä pääasiassa yksityiseen terveydenhuoltoon näkemisen asiantuntijoiksi. Lisäksi optometristeja työskentelee työterveyshuollossa, keskussairaaloissa, silmälääkäriasemilla ja muissa asiantuntijatehtävissä. Optikko voi osallistua moniammatillisen työryhmän jäsenenä ennaltaehkäisevään terveydenhuoltoon. (Oulun ammattikorkeakoulu 2015, viitattu 14.5.2015.)

2.1.2 Optikon työhön vaikuttava lainsäädäntö

Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä säätelee optikon ammatinharjoittamista (Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 559/1994). Vuonna 2014 Optometrian eettinen neuvosto on laatinut uusimman Hyvä optikon tutkimuskäytäntö -ohjeistuksen, joka koostuu kolmesta alueesta. Hyvä näöntutkimus vuodelta 2011 ja vuoden 2006 Hyvä Piilolasien sovittaminen -ohjeistukset on koottu yhteen ja Hyvä silmien terveystarkastuskäytäntö on lisätty ohjeistukseen uutena osuutena. Jokaisessa tutkimuksessaan optikko on veloitettu arvioimaan silmien terveydentilaa jokaisessa tutkimuksessaan ja kertomaan havainnoistaan tutkittavalle. Jos tutkimuksessa löytyy lääketieteellistä tutkimusta vaativia tai sairauteen viittaavia löydöksiä, optikon on ohjattava tutkittava lääkärille. (OEN 2014, 3.)

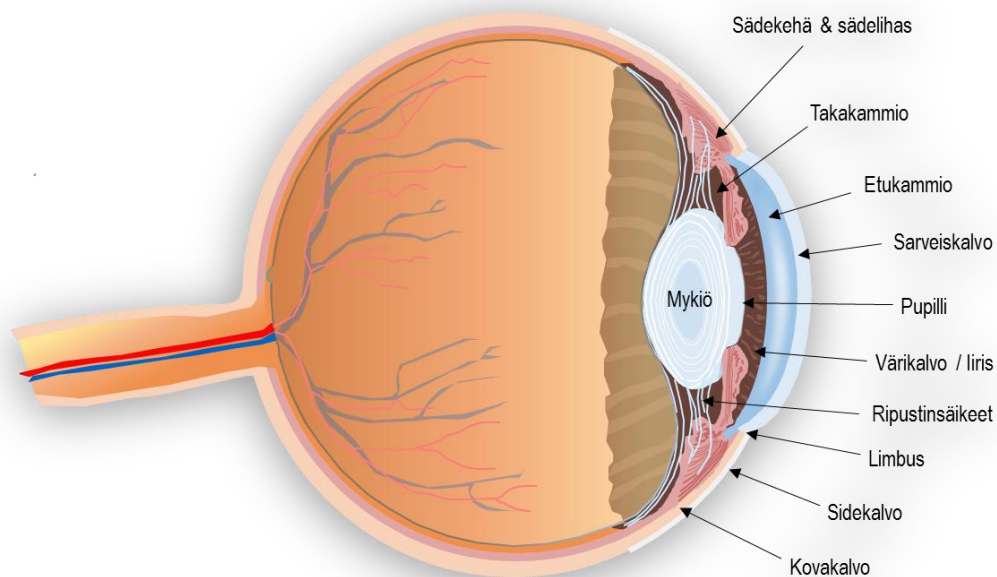
Vuonna 2010 Lakiin terveydenhuollon ammattihenkilöistä on tullut muutos, joka antaa optikoille oikeuden määrätä vastaanottoiminnassaan tarvitsemiaan lääkkeitä (Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 28.6.1994/559 23 d §). Lakiuudistuksen myötä sekä Oulun ammattikorkeakoulussa että Helsingin Metropolia Ammattikorkeakoulussa diagnostisten lääkeaineiden käyttökoulutus on sisällytetty tutkinto-ohjelmaan (Oulun ammattikorkeakoulu 2015, Metropolia Ammattikorkeakoulu 2015, viitattu 14.5.2015). Joulukuussa 2014 ja sen jälkeen valmistuneet optometristit saavat käyttöoikeudet diagnostisiin lääkeaineisiin jo osana koulutusta (Suomen Optinen Toimiala 2013, viitattu 23.2.2015). Aiemmin tutkintonsa suorittaneet optikot käyvät erikseen lääkkeenmääräämisen edellyttämän lisäkoulutuksen, jotta he voivat käyttää diagnostisia lääkeaineita ammattitoiminnassaan (Valtioneuvoston asetus lääkkeen määräämisen edellyttämästä koulutuksesta 1089/2010, 8§).

Optikko ei saa määrätä lääkkeitä potilaille, vaan hän määrää niitä itselleen ammatinsa harjoittamista varten. Tätä kutsutaan pro auctore -lääkemääräykseksi. Optikon vastaanottoiminnassa käytettävät lääkeaineet ovat oksibuprokaiinihydrokloridi, jolla puudutetaan silmän etupinta, sekä

kaksi lyhytvaikutteista mydriaatti-sykloplegia sekä yksi puhdas mydriaatti mustuaisen laajentamiseen. (Liite 2. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääkkeen määräämisestä 2.12.2010/1088 6 §.) Antikolinergisella mydriaatilla aiheutetaan myös silmän sädelihaksen lamaannuttamista (Olver & Cassidy 2005, 30–31).

2.2 Hermostus ja silmä

Jotta voi ymmärtää silmien erilaisia valo- ja akkomodaatiorefleksejä sekä diagnostisten lääkeaineiden vaikutustapoja, on erityisen tärkeää tutustua autonomisen hermoston rakenteeseen ja toimintaan (Snell & Lemp 1998, 352). Seuraavissa alaluvuissa paneudutaan hermoston rakenteeseen ja autonomisen hermoston toimintaan sekä käydään läpi niiden silmän osien toimintaa, joihin diagnostiset lääkeaineet eniten vaikuttavat. Kuviossa 1 on esiteltyä silmän etuosan anatomiaa.



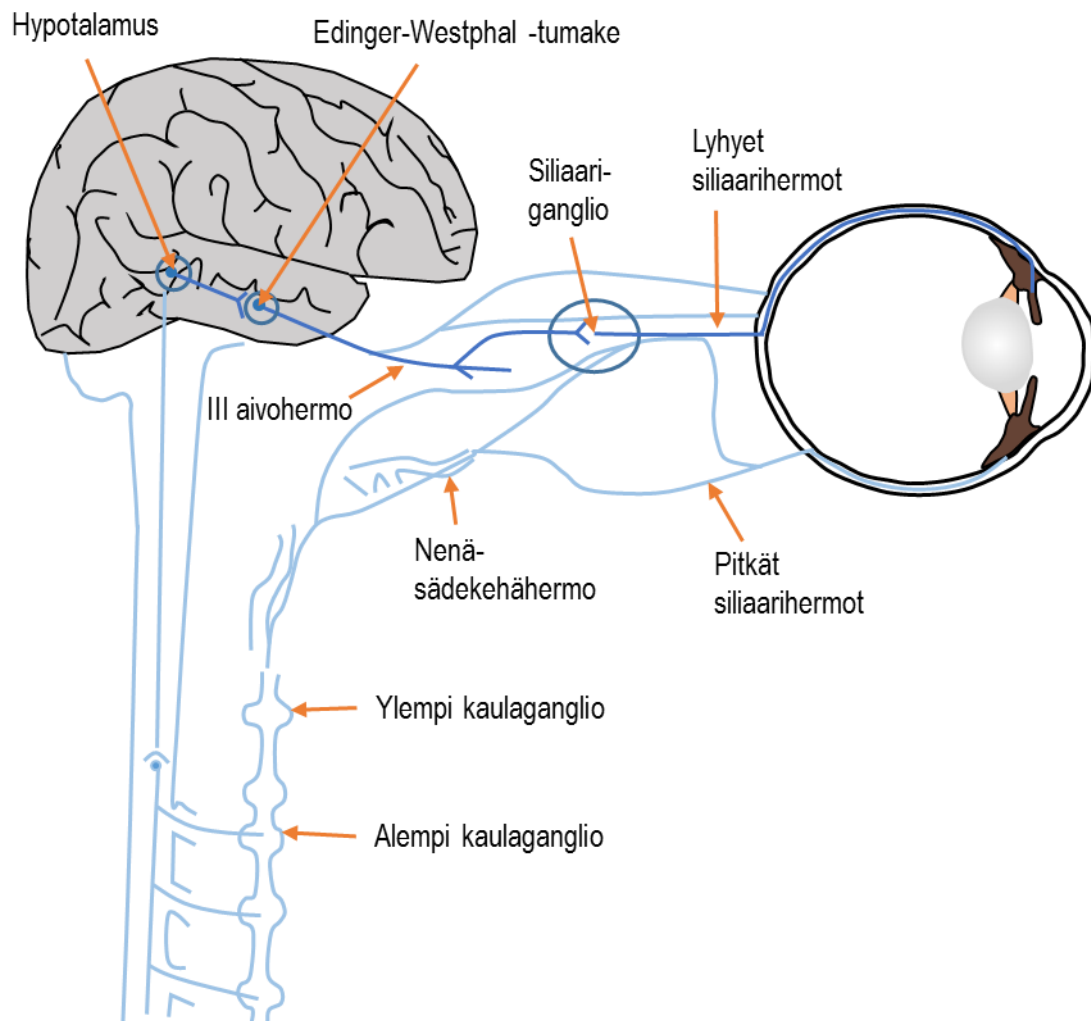
KUVIO 1. Silmän anatomia (mukaillen Kivelä 2066, 12 & Leppäluoto ym. 2008, 470)

2.2.1 Hermoston rakenne ja autonominen hermosto

Ihmisen tärkein elintoimintoja säätelevä ja koordinoiva järjestelmä on hermosto. Se ottaa vastaan tietoa aistinreseptorien avulla, muokkaa ja kuljettaa vastaanottamaansa tietoa ja ohjaa sen perusteella elimistön toimintaa. Hermostokokonaisuus voidaan jakaa kolmella eri tavalla; toiminnan, anatomian ja tiedonkulun suunnan mukaan. Toiminnaltaan hermosto jakautuu somaattiseen ja autonomiseen hermostoon. Somaattisella tarkoitetaan tahdonalaista hermostoa, jonka tehtävänä on aiheuttaa poikkijuovaisen lihaksen supistuminen tai relaxoituminen. Autonomista hermostoa ei voida tahdonalaisesti säädellä. Autonominen hermosto koordinoi ei-tahdonalaisia elimistön toimintoja, kuten sydämen sykettä sekä ruoansulatuskanavan ja rauhasen toimintoja. Anatomisesti hermosto jaetaan keskushermostoon, johon kuuluvat aivot ja selkäydin, sekä ääreishermostoon, jolla tarkoitetaan keskushermoston ulkopuolella olevia selkäydin- ja aivohermoja. Tiedonkulun suunnan mukaan hermosto voidaan jakaa keskushermostosta pois päin vieviin eli motorisiin (*efferentteihin*) ja ääreishermostosta keskushermostoon tuoviin eli sensorisiin (*afferentteihin*) hermoihin. Motoriset hermot saavat aikaan esimerkiksi poikkijuovaisen lihaksen supistumisen. Sensoriset hermot ovat aistinreseptoreista lähteviä hermoja. Esimerkiksi näköhermo, joka kuljettaa näköaistimuksia kohti aivojen näköaluetta on sensorinen hermo. (Leppäluoto, Kettunen, Rintamäki, Vakkuri, Vierimaa & Lähti 2008, 392.)

Autonominen hermosto jaetaan sympaattiseen ja parasympaattiseen osaan. Molemmissa osissa on sekä afferentteja, että efferenttejä hermosäikeitä. (Snell & Lemp 1998, 352.) Autonomisen hermoston tehtävä on säädellä tahdosta riippumattomia elintoimintoja. Sen toimintaa säätelevät muun muassa keskushermoston hypothalamus, limbinen järjestelmä sekä aivorungon ja selkäytimen tumakkeet. Autonomisen hermoston hermoradat koostuvat kukin kahdesta hermosolusta, pre- ja postganglionarisesta hermosyystä. Nämä muodostavat synapsin autonomisessa hermosolmussa eli gangliossa. (Leppäluoto ym. 2008, 409.) Synapsiksi sanotaan kahden hermosyyn välistä yhteyttä ja se koostuu pre- ja postsynaptisista kalvoista sekä synapsiraosta (Schuenke, Schulte & Schumacher 2011, 175). Preganglionariset hermosyöt kulkevat selkäytimestä hermosolmuun tai kohdekudokseen ja postganglionariset syyt jatkavat hermosolmusta kohde-elimeen. Preganglionarisia hermosoluja peittävät myeliinitupet, postganglionariset ovat paljaita. Myeliinitupellisissa hermosoluissa hermoimpulssit johtuvat nopeammin kuin myeliinitupettomissa. (Leppäluoto ym. 2008, 409, 419.)

Sympaattisen hermoston hermorungot ja -solmut sijaitsevat molemmin puolin selkärangan vieressä ja ne muodostavat erillisen hermorungon kummallekin puolelle selkäranka. Tästä johtuen sympaattisen hermoston preganglionaariset säikeet ovat hyvin lyhyitä ja postganglionaariset pitkiä eli gangliosolmukkeet ovat melko kaukana kohde-elimistä. Parasympaattisen hermoston hermosolmut sijaitsevat sen sijaan lähellä kohde-elimä, joten myeliinitupelliset parasympaattiset preganglionaariset hermosyyt ovat pitkiä. Koska parasympaattisissa hermoradoissa myeliinitupellinen osuus on pidempi kuin sympaattisissa, on tiedonkulku nopeampaa parasympaattisen hermoston puolella. (Leppäluoto ym. 2008, 409–410, 419.) Kuviossa 2 on silmään meneviä hermoratoja. Selkärangan vierellä olevan ylemmän kaulaganglion kautta kulkee sympaattisia hermoja silmään. Siliaariganglio sijaitsee lähellä kohde-elimä eli silmää ja siellä on parasympaattisten hermosäikeiden synapsikohta. (Ciuffreda 2006, 96.)



KUVIO 2. Sympaattisten ja parasympaattisten ganglioiden sijainti (mukaan Ciuffreda 2006, 96)

Autonomisen hermoston vaikutukset

Parasympaattinen ja sympaattinen hermosto hermottavat samoja elimiä, mutta eri elinten välillä näiden hermosyiden määrä vaihtelee (Leppäluoto ym. 2008, 409–410). Sympaattinen osa autonomisesta hermostosta on suurempi ja sen tehtävänä on valmistaa elimistöä hätätilanteeseen. Parasympaattinen osa taas säilyttää ja palauttaa energiaa. (Snell & Lemp 1998, 352–353, 358.) Autonomisen hermoston komponentteja luonnehditaan joskus myös niiden ensisijaisen toimintatavan perusteella ”fight or flight” -osioiksi. Sympaattinen osio on aktivoiva ”fight-” eli taistele-osio tai vastaavasti ”flight-” eli pakene-osio. Parasympaattinen on ”pidä tilanne vakaana” -osio. (Trattler, Kaiser & Friedman 2012, 23.) Taulukossa 1 on esitetty eri elimiin kohdistuvia sympaattisia ja parasympaattisia vaikutuksia.

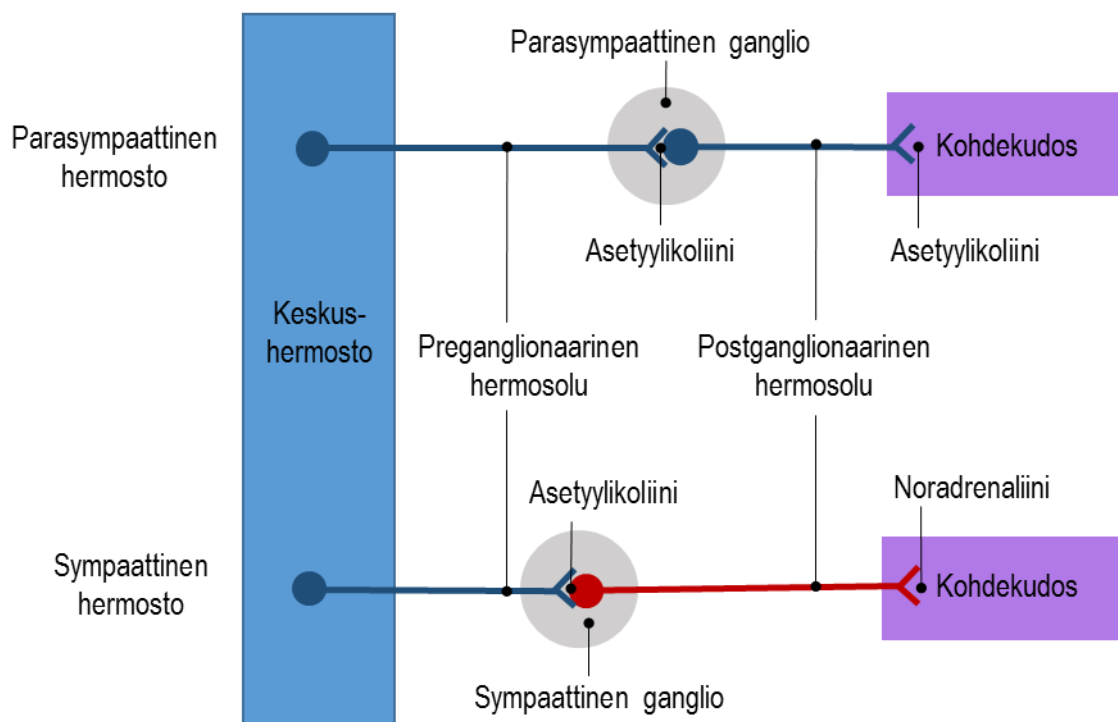
TAULUKKO 1. Autonomisen hermoston vaikutus eri elimiin (Trattler ym. 2012, 23)

Elin/toiminta	Sympaattinen	Parasympaattinen
syke	kiihtyy	hidastuu
verisuonet	supistuvat	laajenevat
verenpaine	nousee	laskee
hikoilu	vähenee	lisääntyy
suoliston liike	vähenee	lisääntyy
rakko	supistuu	laajenee
keuhkoputket	laajenevat	supistuvat
mustuaiset	laajenevat	supistuvat
luomirako	kasvaa	normaali asento

Autonomisen hermoston välittäjäaineet

Informaatio kulkee hermosoluja pitkin hermoimpulsseina ja synapsikohdassa solusta toiseen se siirtyy välittäjäaineiden avulla kemiallisesti (kuvio 3). Asetyylikoliini toimii välittäjäaineena sekä sym-

paattisessa, että parasympaattisessa hermostossa pre- ja postganglionaarisen hermosolun välisessä synapsissa. Hermosolun ja kohdekudoksen välisessä synapsissa välittäjäaineet ovat erilaiset. Sympaattisen hermoston puolella tämä välittäjäaine on noradrenaliini ja parasympaattisessa taas asetyylikoliini. Hikirauhasten ja luustoli hasten sympaattiset postganglionaariset syyt käyttävät kuitenkin poikkeuksellisesti välittäjäaineenaan asetyylikoliinia. (Leppäluoto ym. 2008, 392, 411.) Noradrenaliinia erittävää tai sen välityksellä stimuloituvaa hermosolua kutsutaan adrenergiseksi, kun taas asetyylikoliinia erittävät tai sen välityksellä stimuloituvat hermosolut ovat kolinergisia. (Terveyskirjasto 2015, viitattu 8.3.2015). Sympaattinen autonominen hermosto on siis adrenerginen ja parasympaattinen vastaavasti kolinerginen (Leppäluoto ym. 2008, 411).



KUVIO 3. Välittäjäaineet hermosolujen välillä ja hermosoluista kohdekudokseen (mukaillen Remington 2012, 259 ja Schuenke ym. 2011, 318)

Hermopäätteistä vapautuva välittäjäaine aktivoi seuraavan hermosyyn tai kohdekudoksen, sitoutumalla vastaanottaviin reseptoreihin (Remington 2012, 258–259). Tietyt välittäjäaineet sitoutuvat vain tiettyihin reseptoreihin. Noradrenaliini sitoutuu adnoreseptoreihin. Asetyylikoliini voi sitoutua nikotiini- ja muskariinireseptoreihin. Nikotiinireseptoreja on sekä sympaattisen että parasympaattisen hermoston ganglioissa. Muskariinireseptoreja on taas muun muassa parasympaattisen hermoston kohdekudoksissa. (Leppäluoto ym. 2008, 411.)

2.2.2 Aivohermot, jotka hermottavat silmän toimintaa

Aivohermoja on yhteensä kaksitoista kappaletta. Ne lähtevät aivojen ja aivorungon alaosista. (Lempäluoto ym. 2008, 407.) Aivohermoissa on sekä afferentteja, että efferenttejä aksoneita, jotka kuuluvat joko somaattiseen tai autonomiseen hermostoon. (Schuenke ym. 2011, 66.) Tässä alaluvussa käymme läpi niiden aivohermojen toimintaa, jotka liittyvät silmän etuosan hermotukseen.

Toinen aivohermo (*n. opticus*) on näköhermo. Se huolehtii näköaistimusten kuljettamisesta kohti näköaivokuorta. (Kivelä 2011, 30.) Silmän liikehermo (*n. oculomotorius*) eli kolmas aivohermo sisältää somaattisia efferenttejä sekä autonomisia efferenttejä säikeitä. Somaattiset säikeet hermottavat yläluomen kohottajalihasta sekä neljää silmän kuudesta liikuttajalihaksesta. Autonomiset säikeet ovat parasympaattisia, ja ne hermottavat mustuaisen kurojalihasta sekä sädelihasta. (Schuenke ym. 2011, 72.) Neljännessä aivohermossa (*n. trochlearis eli telahermo*) sekä kuudennessä aivohermossa (*n. abducens eli loitontajahermo*) on ainoastaan somaattisia efferenttejä säikeitä. Telahermo hermottaa silmän liikuttajalihaksista ylävinoa (*m. obliquus superior*) lihasta ja loitontajahermo ulkosuoraa (*m. rectus lateralis*) silmän liikuttajalihasta. (Schuenke ym. 2011, 72.)

Viides aivohermo (*n. trigeminus eli kolmoisherma*) sisältää enimmäkseen somaattisia afferentteja säikeitä, mutta siinä on myös autonomisia efferenttejä säikeitä. Kolmoisherma jakautuu kolmeen haaraan, joita ovat silmähermo (*ramus ophthalmicus*), yläleukahermo (*ramus maxillaris*) sekä alaleukahermo (*ramus mandibularis*). (Schuenke ym. 2011, 74.) Silmähermo haarautuu vielä kolmeen osaan: kyynelhermoon (*n. lacrimalis*), otsahermoon (*n. frontalis*) ja nenä-sädekehähermoon (*n. nasociliaris*) (Snell & Lemp 1998, 313).

Kyynelhermossa on parasympaattisia säikeitä kyynelrauhaseen. Ne tulevat kasvohermosta, joka on seitsemäs aivohermo (*n. facialis*). Kyynelhermossa on myös sensorisia haaroja silmän sidekalvoon. Lisäksi se hermottaa yläluomen ihoa. Otsahermo on silmähermon isoin osa. Sen supraorbitaalinen osa hermottaa pientä osaa otsaontelon limakalvosta ja supratrochleaarinen osa hermottaa yläluomen sidekalvoa sekä otsan keskiosan ihoa. Nenä-sädekehähermo jakautuu neljään haaraan. Näitä ovat muun muassa pitkät siliaarihermot, joissa on sympaattisia säikeitä mustuaisen laajentajalihakseen sekä sarveiskalvosta tulevia sensorisia säikeitä. (Snell & Lemp 1998, 313–316.)

Seitsemäs aivohermo eli kasvohermo (*n. facialis*) koostuu kahdesta haarasta. Motorinen haara on suurempi ja se hermottaa kasvojen lihaksia. Silmän toimintaan se osallistuu hermottamalla silmäluomien sulkeutumista. Sensorisia sekä parasympaattisia säikeitä sisältävä toinen haara on pienempi. Sen parasympaattiset säikeet hermottavat muun muassa kyynelrauhasen kyyneleritystä. (Remington 2012, 219, 227, 256.)

2.2.3 Sarveiskalvo

Sarveiskalvo on täysin läpinäkyvä, silmän etuosaa vammoilta ja tulehduksilta suojeleva valoa taittava kudos. Se koostuu viidestä kerroksesta; epiteeli, Bowmanin kerros, strooma, Descemetin kalvo ja endoteeli. Koska sarveiskalvo on kirkas, se on myös verisuoneton. Ravintonsa ja happensa se saa diffuusion avulla kammio- ja kyynelneesteestä. Myös limbuksen verenkierto ravitsee sarveiskalvoa. (Kivelä 2011, 16–17.) Sarveiskalvoa peittää kyynelfilmi, joka on kolmekerroksinen. Päälimmäisenä on ohut ja öljyinen kerros, jonka tuottavat luomirauhaset sekä tali- ja hikirauhaset. Kyynelrauhaset erittävät paksun vesimäisen kerroksen ja osallistuvat myös sidekalvon pikarisolujen kanssa alimmaisen ohuen musiinikerroksen tuottamiseen. (Snell & Lemp 1998, 122.)

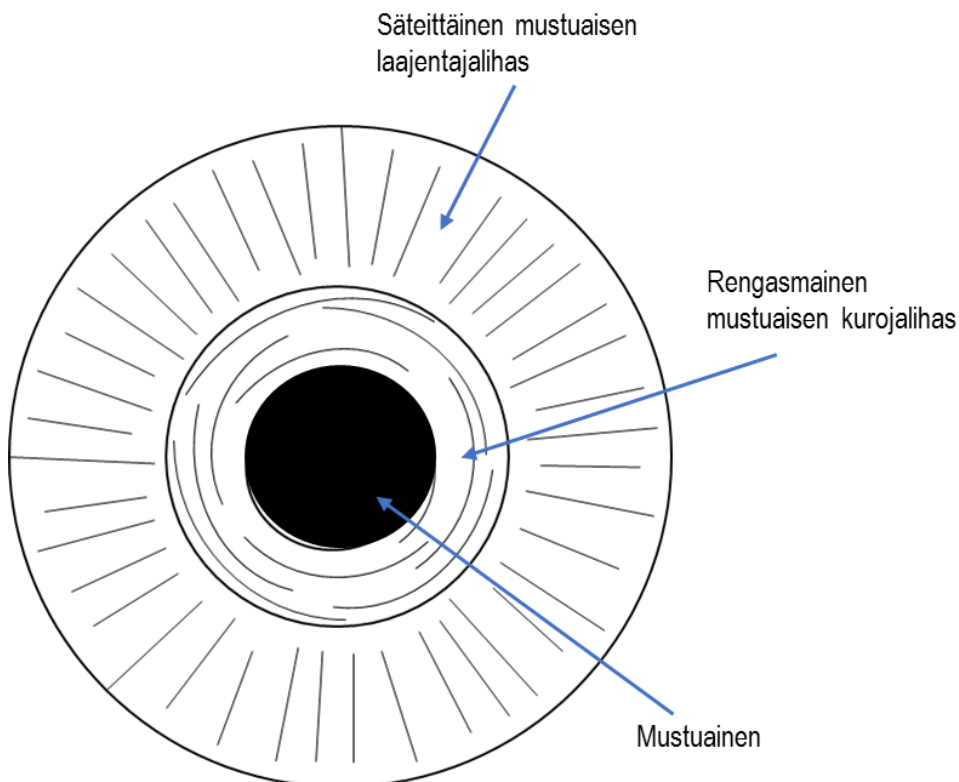
2.2.4 Värikalvo ja pupilli

Värikalvo eli iiris on supistumiskykyinen, ohut ja tiiviisti pigmentoitunut kalvo, jonka keskellä on aukeama, pupilli eli mustuainen (Snell & Lemp 1998, 165). Värikalvo on suonikalvoston etummainen osa ja se voidaan jakaa kahteen kerrokseen, stroomaan ja epiteeliin. Strooma, eli tukikerros, on värikalvon etummainen osa. Se koostuu fibroblasteista ja kollageenisäikeistä. Siinä on myös hermoja, melanosyyttejä sekä verisuonia sisältävää löyhää sidekudosta. Strooman takaosassa mustuaisaukon reunassa oleva mustuaisen kurojalihhas (*m. sphincter pupillae*) säätelee pupillin kooka valon määrän ja akkommodaatiotilan mukaan. Värikalvon toinen osa, epiteeli, on kaksikerroksinen. Sen etuosan solut muodostavat säteittäisen mustuaisen laajentajalihaksen (*m. dilator pupillae*), joka suurentaa pupillia hämärässä. Epiteelin takimmaisessa osassa olevat voimakkaasti pigmentoituneet solut estävät valon heijastumista silmän sisällä. (Kivelä 2011, 19–20.)

Mustuaisen kurojalihhas on rengasmaisen sileälihas mustuaisaukon ympärillä (kuvio 4). Sitä hermottavat siliaarigangliosta nousevien lyhyiden siliaarihermojen mukana kulkevat parasympaattiset

postganglionaariset säikeet, jotka ovat lähtöisin silmän liikehermosta (*aivohermo III*). Parasympaattisen hermoston vaikutuksesta kurojalihas supistuu ja saa aikaan pupillin pienenemisen eli mioosin. Näin tapahtuu kirkkaassa valossa ja akkommodoitaessa eli katseen tarkentuessa lähietäisyydelle. (Snell & Lemp 1998, 168, 170–171, 174.)

Sympaattinen hermosto saa aikaan mydriaasin eli pupillin laajentumisen aktivoimalla mustuaisen laajentajalihasta. Tällöin kurojalihas täytyy relaksoitua. Tämä tapahtuu hämärässä valaistuksessa sekä pelon tai jännityksen yhteydessä. Laajentajalihas saa sympaattisen hermotuksensa ylemmästä kaulaganliosta tulevien pitkien siliarihermojen kautta, jotka ovat kolmoishermon silmähaaran osia. Mustuaisen laajentajalihasen lisäksi nämä sympaattiset säikeet säätelevät verisuonten halkaisijaa. (Snell & Lemp 1998, 170–172, 174.)

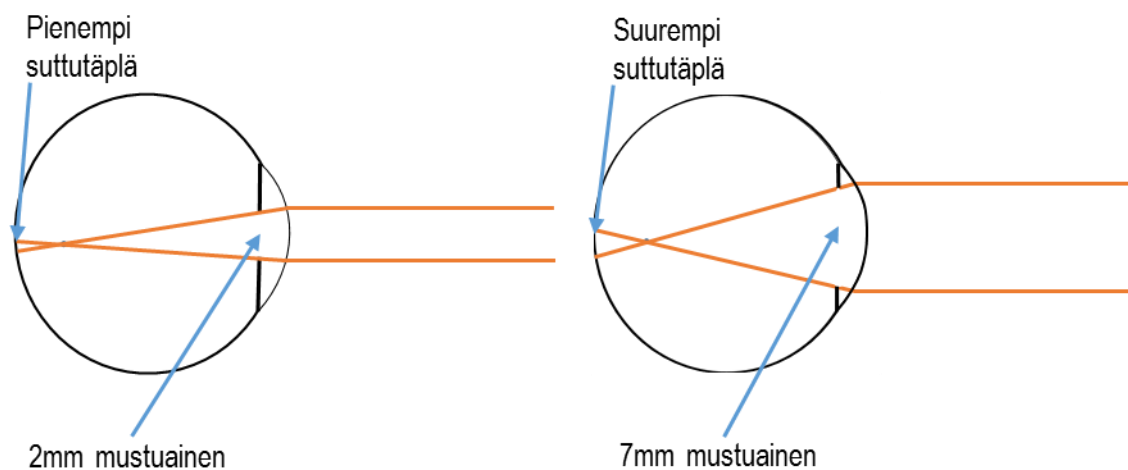


KUVIO 4. Värikalvon lihakset (mukaillen Snell & Lemp 1998, 170)

Mustuaisen supistuminen ja laajeneminen säätelevät silmän verkkokalvolle pääsevän valon määrää. Pupillin supistuminen aiheuttaa valon määrän vähenemisen lisäksi myös kuvausvirheiden minimoimisen, sillä tällöin silmän sisään menevä valo kulkee vain mykiön keskiosan läpi. (Snell & Lemp 1998, 174). Mustuaisen laajentaja- ja supistajalihas siis säätelevät mustuaisen kokoa ja rea-

goivuutta. Mustuaisen halkaisija pienenee iän myötä kaikissa valaistusolosuhteissa. Glasgow Ca-
ledonian yliopiston tutkimuksen mukaan pupillin koko on riippumaton sukupuolesta, refraktiivir-
heestä ja iiriksen väristä. (Winn, Whitaker, Elliot & Phillips 1994, 1132.)

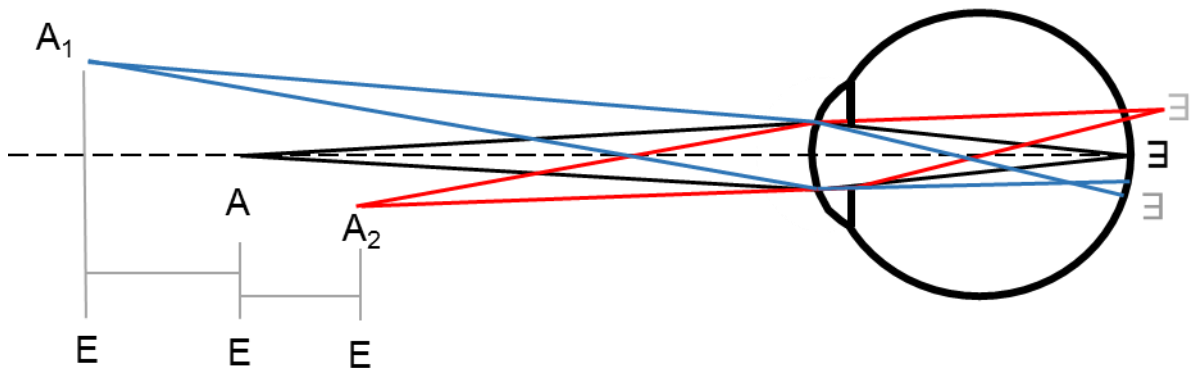
Pupillin halkaisijan pieneneminen suurentaa syväterävyyssaluetta (Korja 2008, 58). Taittovirhei-
sessä silmässä mustuaisen ollessa suuri verkkokalvolle muodostuva kuva on suttuisempi kuin pie-
nellä mustuaisella (Roorda 2012, viitattu 8.3.2015). Kuvio 5 havainnollistaa, kuinka valo saapuu
likitaitteisen silmän verkkokalvolle kahden erikokoisen mustuaisen kautta. Suuremman mustuaisen
tuottama "suttutäplä" (blur circle) peittää alleen enemmän yksityiskohtia kuin vastaava pienemmän
mustuaisen aikaansaama suttutäplä.



KUVIO 5. Valon taittuminen likitaitteiseen silmään 2 ja 7 millimetrin mustuaisen kautta (mukailien
Roorda 2012, viitattu 8.3.2015)

Syväterävyyssalueen laajuus riippuu mustuaisen ja kohteen koosta sekä kohteen etäisyydestä.
Mustuaisen pienenemisen aiheuttama syväterävyyssalueen kasvu perustuu verkkokalvolle muodos-
tuvien suttutäplien pientymiseen. Pienempi suttutäplä peittää vähemmän katselukohteen kriitti-
siä yksityiskohtia ja kohde nähdään tarkempana. Kuvion 6 mukaisesti syväterävyyssalue muodostuu
sekä kohdetason eteen että taakse. Kohde E tasossa A kuvautuu tarkkana. Kohteet tasoissa A₁ ja
A₂ kuvautuvat hieman epätarkkoina, mutta erottuvat ilman akkommodaation muutosta. Likitaittei-
suuden yhteydessä kohdetason taakse muodostuva syvätarkkuus on merkittävämpi. Se tarkoittaa,
että kohde nähdään tarkkana hieman kauempaa kuin ilman syvätarkkuusvaikutusta. Näön testaus-
tilanteessa kohdetta ei siirretä kauemmas, mutta sama vaikutus syntyy katsottaessa testitaulun
pienempiä kohteita eli syvätarkkuuden, muun muassa likinäköisen siristelyn, avulla testitilanteessa

saavutettu näöntarkkuus on parempi kuin ilman sitä. (Oulun ammattikorkeakoulu, Näönuhollon luentomuistiinpanot, 2014.)



KUVIO 6. Syväterävyysalue muodostuu välille $A_1 - A - A_2$ (mukaillen Oulun ammattikorkeakoulu, Näönuhollon luentomuistiinpanot, 2014)

2.2.5 Etukammio, takakammio ja kammioneste

liris jakaa sarveiskalvon ja mykiön välisen alueen etu- ja takakammioiksi. Niitä täyttää kammioneste, joka ylläpitää silmän sisäistä painetta. Kammioneste osallistuu myös mykiön ja sarveiskalvon ravinnon ja hapensaantiin sekä valon taittumiseen silmän sisällä (Kivelä 2011, 18–19.) Se erittyy takakammioon sädekehän epiteelistä ja kulkee pupillin läpi etukammioon. Kammioneste poistuu kammiokulman trabekkeliverkoston kautta Schlemmin kanavaan ja sieltä kovakalvon pintakudoksen suoniin. (Schuenke ym. 2011, 129.)

Silmän sisäiseen paineeseen vaikuttavat kammionesteen muodostumisnopeus ja poistumisnopeus sekä kovakalvon pintakudoksen suonien paine (Snell & Lemp 1998, 196). Koholla oleva silmänpaine voi johtaa glaukoomaan, joka on näköhermoa hitaasti vaurioittava sairaus (Pfizer 2010, viitattu 25.5.2015). Silmänpaineen arvon normaali-alueena pidetään 10–21 mmHg (elohopeamillimetriä). Normaalirajojen sisäpuolella oleva painearvo ei kuitenkaan sulje pois glaukooman mahdollisuutta, sillä silmän sisäisen paineen säätelyssä saattaa tällöinkin olla häiriöitä. Se, mikä paine lukema on kenellekin normaali, on lopulta hyvin yksilöllistä. (Hyvärinen 2001, viitattu 16.9.2015.)

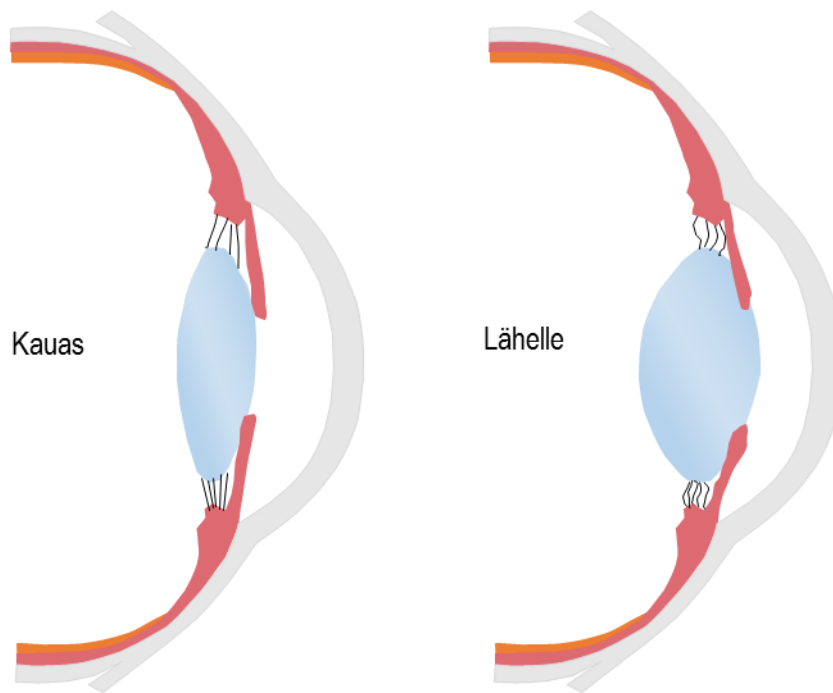
Glaukooman kaksi päätyyppiä ovat avokulma- ja ahdaskulmaglaukooma (Snell & Lemp, 1998, 196). Avokulmaglaukoomassa kammiokulma on avoin, mutta trabekkeliverkosto ei suodata kun-

nolla poistuvaa kammionestettä. Tällöin paine nousee. Ahdaskulmaglaukoomaan sairastuvilla silmän etukammio on tavallista matalampi ja kammiokulma ahdas. Akuutti ahdaskulmaglaukoomakohtaus voi kehittyä mustuaisen laajetessa pimeässä tai mustuaista laajentavien lääkeaineiden vaikutuksesta. Värikalvo paksuuntuu vetäytyessään kokoon ja saa kammiokulman tukkeutumaan. (Airaksinen & Tuulonen 2011, 288, 293–295.)

2.2.6 Sädelihas, mykiö ja akkommodaatio

Suonikalvoston keskimäinen osa, rengasmainen sädekehä, muodostuu kolmesta kerroksesta. Niitä ovat epiteeli, strooma ja sädelihas. Sädelihas (*m. sphincter*) muodostaa valtaosan sädekehän poimuttuneesta osasta. (Kivelä 2011, 21–22.) Sädelihaksessa on pitkittäisiä lihaksen kehää pitkin kulkevia, vinoja ja rengasmaisia lihassyitä ja sitä kontrolloi pääasiallisesti parasympaattinen hermotus. Parasympaattinen hermorata alkaa Edinger-Westphal -tumakkeesta (kuvio 2). Hermosäikeet kulkevat kolmannessa aivohermossa ja muodostavat synapsin siliaarigangliossa. Suurin osa sädelihasta hermottavista parasympaattisista postganglionarisista hermosäikeistä kulkee lyhyissä siliaarihermoissa, mutta osa kulkee myös pitkissä siliaarihermoissa. (Ciuffreda 2006, 96.)

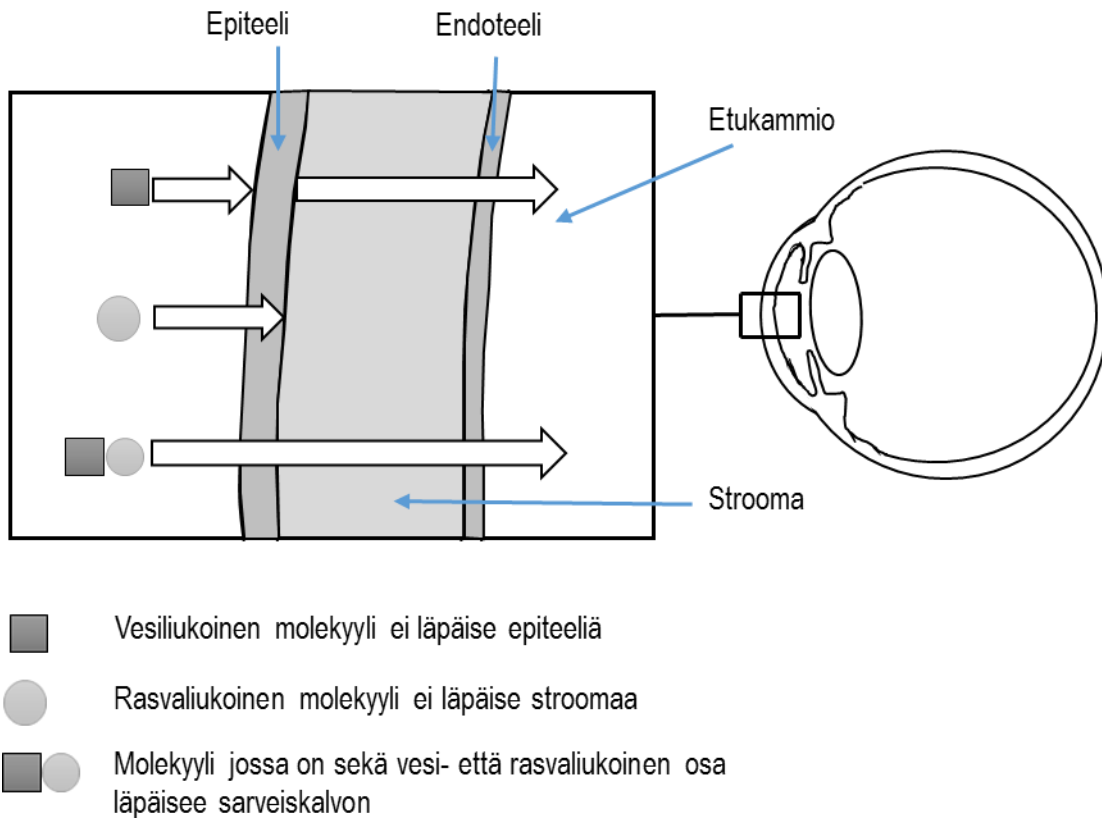
Mykiö eli linssi on läpinäkyvä, kaksoiskupera rakenne iiriksen takana. Se on kiinnittynyt linssin ripustin- eli zonulasäikeillä sädekehään. Mykiö pystyy mukautumaan voimakkuudeltaan eli akkommodoimaan niin, että eri etäisyyksillä olevat kohteet tarkentuvat verkkokalvolle (kuvio 7). Sädelihaksen supistuessa sädekehä liikkuu sisäänpäin ja ripustinsäikeiden jännitys heikentyy, jolloin elastinen mykiö pääsee mukautumaan muodoltaan pyöreämmäksi. (Snell & Lemp 1998, 197, 202.) Mykiön tilavuus kasvaa iän myötä, sillä jakautuneet solut eivät poistu, vaan pakkautuvat mykiön tumaosaan. Samalla sen kimmoisuus ja mukautumiskyky heikkenevät. Ikääntyminen myös kellastuttaa ja myöhemmin sumentaa mykiötä, jolloin myös sen valon läpäisykyky heikkenee. (Kivelä 2011, 22–23.)



KUVIO 7. Silmän mukautuminen kaukana ja lähellä olevaan kohteeseen (mukaillen Oulun ammattikorkeakoulu, Näönhuollon luentomuistiinpanot, 2014)

2.3 Diagnostiset lääkeaineet silmien tutkimisessä

Silmälääkkeiden tärkein annostelutapa on topikaalinen reitti eli lääkeaineen annostelu silmän pinnalle esimerkiksi tippa- tai voidemuodossa. Lääkkeen täytyy kulkeutua lähinnä sarveiskalvon läpi silmän sisäosien kudoksiin. (Batterbury ym. 2009, 22.) Suurin osa lääkkeitä, jotka liukenevat kyynelfilmiin, pääsevät silmään sarveiskalvon läpi, mutta keskiarvoisesti vain yhdestä kymmeneen prosenttia paikallisesti annostellusta lääkkeestä imeytyy (Connor & Chang 2006, 433). Koska sarveiskalvon epiteeli on luonnostaan vesitiivis, ei vesiliukoinen valmiste läpäise sitä (kuvio 8). Rasvaliukoiset yhdisteet tunkeutuvat epiteelin läpi, mutta eivät läpäise strooma-kerrosta. Näin ollen sarveiskalvon läpäisee yhdistelmä, jossa on sekä vesi- että rasvaliukoisia komponentteja. Topikaalisesti annostellut lääkeaineet kulkeutuvat etukammioon ja edelleen kohde-eliimiin tällaisen yhdistelmän mukana. (Batterbury ym. 2009, 22.) Annostelulla on aina systeeminen vaikutus, sillä lääkeaine imeytyy kyyneltiehyen kautta systeemiseen kiertoon (Connor & Chang 2006, 433).



KUVIO 8. Sarveiskalvon läpäisevyys (mukaillen Batterbury ym. 2009, 22)

2.3.1 Lääkeaineiden vaikutustavat

Lääkkeiden vaikutusmekanismien kannalta olennaista on tasapaino parasympaattisen ja sympaattisen hermoston välillä (Ylitalo, Salminen & Huupponen 2011, 428). Lääkeainetta, joka toimii sympaattisen hermoston välittäjäaineen tavalla, kutsutaan sympatomimeetiksi ja parasympaattisen hermoston välittäjäaineen tavoin toimivaa parasympatomimeetiksi. Aine, joka salpaa sympaattisen hermoston toimintaa on sympatolyytti ja parasympaattista salpaava on parasympatolyytti. (Andrew 2006, 53.) Sympaattista vaikutusta lisäämällä tai parasympaattista salpaamalla aiheutetaan mydriaasi (Ylitalo ym. 2011, 428). Mydriaasia aiheuttavaa lääkeainetta kutsutaan mydriaatiksi (Olver & Cassidy 2005, 30). Näin ollen olemme tutkimuksessamme kiinnostuneita erityisesti sympatomimeeteistä ja parasympatolyyteistä. Mimeetti-termi tarkoittaa matkijaa ja lyytti estäjää (Andrew, 2006, 53).

Sympatomimeettisiä lääkkeitä kutsutaan myös adrenergisiksi ja ne vaikuttavat noradrenaliinin tavoin (Cavasso 2015, viitattu 14.5.2015). Adrenergisesti vaikuttavat lääkeaineet kiinnittyvät mustuisen laajentajalihaksessa, Müllerin lihaksessa ja sidekalvon verisuonten sileissä lihaksissa oleviin

alfareseptoreihin ja aktivoivat niitä. Tämä johtaa mydriaasiin, luomiraon kasvamiseen sekä sidekalvon vaalenemiseen (taulukko 1). (Connor & Chang 2006, 439.) Adrenergit aiheuttavat lisäksi kammionesteen erityksen vähentymistä, ulosvirtauksen voimistumista trabekkeliverkoston läpi sekä sidekalvon suonien supistumista (Andrew 2006, 53–54). Tällainen lääkeaine aiheuttaa siis mydriaasin, mutta ei sykloplegiaa (Fimea 2015, viitattu 11.10.2015).

Parasympatolyytti on asetyylikoliinin vaikutusta salpaava, ja sitä kutsutaan antikolinergiseksi (Terveysportti 2015, viitattu 8.3.2015). Antikolinergiset lääkeaineet estävät sädekehän muskariinireseptoreiden toimintaa ja estävät asetyylikoliinin ja muiden muskariinisten agonistien sitoutumista niihin. Näin tuotetun sädekehän lamaantumisen eli sykloplegian lisäksi ne salpaavat myös mustuaisen supistajalihaksen toimintaa ja aiheuttavat mydriaasin. (Connor & Chang 2006, 439–440.) Antikolinergit lisäävät kammionesteen ulosvirtausta, vähentävät kyyneleritystä sekä sädekehän ja värikkalvon verisuonten läpäisevyyttä (Ylitalo ym. 2011, 428).

Suurimmalla osalla antikolinergisistä aineista on nopea vaikutusaika ja vaihteleva vaikutuksen kesto (Connor & Chang 2006, 439–440). Mydriaattien tehokkuus vaihtelee henkilön iän, silmän värikkalvon värin sekä lääkeaineen pitoisuuden ja annostelun mukaan. Nuorella henkilöllä lääkeaineen syklopleginen vaikutus on epäluotettavampi kuin vanhemmilla. (Milder & Rubin 2004, 60.) Silmät, joissa värikkalvo on vaalea, laajentuvat nopeammin ja täydellisemmin kuin tummapigmentitiset silmät. Tämä johtuu siitä, että vaaleiden silmien värikkalvossa on vähemmän pigmenttiä, johon lääkeaine voisi sitoutua (Connor & Chang 2006, 439.)

Silmän paikallispuudutteita käytetään sarveiskalvon ja sidekalvon puuduttamiseen (Nurminen 2011, 461). Mydriaatin vaikutusta voidaan edesauttaa käyttämällä paikallispuudutusta ennen mydriaattien tiputtamista. Puudute vähentää räpyttelyä ja vetistystä, parantaa sarveiskalvon läpäisykykyä ja vaimentaa mydriaattien tiputtamisesta aiheutuvaa polttelun ja kirvelyn tunnetta. (Connor & Chang 2006, 433, 439.)

Natrium on yksi tärkeimmistä hermoimpulsseja eteenpäin vievistä ioneista. Pintapuudutteet estävät palautuvasti hermoimpulssien tuottamista ja johtumista torjumalla natriumin virtausta hermosolun solukalvoon. Lääkeaine sitoutuu natriumkanavien säätelystä vastaaviin reseptoreihin ja kun se häiritsee natriumin johtumista hermosolun solukalvossa, suurin osa tuntoaistimuksista estyy. Vaikutus alkaa noin kahdenkymmenen sekunnin kuluttua ja kestää kahdestakymmenestä minuutista tuntiin riippuen käytetystä puuduteaineesta. (Connor & Chang 2006, 443, 445.)

2.3.2 Optikon käyttämät diagnostiset lääkeaineet

Optikon vastaanottoiminnassa käytettävä silmän etupinnan puudute on oksibuprokaiinihydrokloridi (Liite 2. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääkkeen määräämisestä 2.12.2010/1088 6 §). Se annostellaan topikaalisesti (Andrew 2006, 57). Vaikutus alkaa parissa minuutissa ja kestää noin 20 minuuttia (Ylitalo ym. 2011, 428). Mydriaasia aiheuttavista lääkeaineista optikko saa käyttää fenyyliefriinihydrokloridia, syklopentolaattihydrokloridia ja tropikamidia, joista kaksi jälkimmäistä aiheuttavat myös silmän sädekehän lamaantumista. (Liite 2. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääkkeen määräämisestä 2.12.2010/1088 6 §; Fimea 2015, viitattu 11.10.2015.)

Tropikamidi estää parasympaattista hermotusta sekä värikalvon kurojalihaksessa että sädekehässä johtaen vahvaan mydriaattiseen vaikutukseen ja heikkotehoiseen sykloplegiseen vaikutukseen. Sitä voidaan käyttää yksin tai yhdessä fenyyliefriinin kanssa. (Olver & Cassidy 2005, 31.) Kun tropikamidin antikolinerginen vaikutus yhdistyy fenyyliefriinin sympatomimeettiseen vaikutukseen, mustuainen saadaan maksimaalisen laajaksi (Eyeson-Annan, Hirst, Battistutta & Green 1993, viitattu 1.9.2015).

Milderin ja Rubinin (2004, 60) mukaan tropikamidi aiheuttaa sykloplegiaa ennalta arvaamattoman määrän, eikä sitä siitä syystä pitäisi käyttää rutiininomaisesti sykloplegiassa. Vaihtelevista sykloplegisista tuloksista puhuvat myös Connor ja Chang (2006, 441). Jos viiden minuutin kuluttua ensimmäisen tipan (1 %) tiputtamisesta annostellaan silmään toinen tippa, saadaan 20–25 minuutin jälkeen aikaan kohtuullinen sykloplegia, jossa jäännösakkommodaatiota on alle kaksi dioptriaa. 35 minuutin kuluttua sykloplegia ei ole enää luotettava. Olverin ja Cassidyn (2005, 31) mukaan tropikamidin (0,5 % ja 1 %) maksimivaikutus saavutetaan 20–30 minuutin jälkeen. Sekä sykloplegiasta että mydriaasista palaudutaan kuuden tunnin kuluttua (Connor & Chang 2006, 441; Olver & Cassidy 2005, 31). Vaikka tropikamidilla on rajallinen vaikutus akkommodaatioon, lyhytvaikutteisena se on kuitenkin ihanteellinen aine silmänpohjan tutkimiseen (Andrew 2006, 54). Ylitalo, Salminen ja Huupponen (2011, 432) toteavat tropikamidin soveltuvan diagnostiikassa mydriaatiksi kaikista parasympatolyyteistä parhaiten.

Syklopentolaatilla on suurempi syklopleginen vaikutus kuin tropikamidilla. Mydriaasi ja sykloplegia saavutetaan syklopentolaatilla 20–30 minuutissa, syklopleginen maksimivaikutus kestää 45–60 minuuttia ja vaikutus katoaa 24 tunnin kuluttua. (Olver & Cassidy 2005, 31.) Connor ja Chang (2006, 441) ovat taulukoineet lääkeaineiden vaikutuksia tarkastellen, kuinka kauan vaikutusten huippu

(peak) kestää. Heidän mukaansa syklopentolaatin eri pitoisuuksilla (0,5 %, 1 % ja 2 %) mustuainen pysyy laajimpana 30–60 minuutin välillä tippojen annostelusta ja palautuu vuorokauden kuluttua. Sykloplegia on huipussaan 25–75 minuutin ajan tippojen annostelun jälkeen ja syklopleginen vaikutus lakkaa kahdeksan (8) tunnin kuluttua. Syklopentolaatin aiheuttama akkommodaation lauantuminen ei ole täydellinen, sillä suurella osalla potilaista jäännösakkommodaatiota on 1.50 dioptriaa. (Connor & Chang 2006, 441.) Syklopleginen vaikutus ei syklopentolaatilla ole välttämättä riittävä, jos henkilöllä on tummat silmät (Olver & Cassidy 2005, 31).

Fenyyliefriini on synteettinen yhdiste, joka on biokemiallisesti läheistä sukua adrenaliinille. Se on voimakas sympatomimeetti, joka stimuloi pupillin laajentajalihasta ja aiheuttaa näin mydriaasin. Pupillin laajentajalihas on kuitenkin heikompi kuin supistajalihas, josta johtuen fenyyliefriinin vaikutus yksin on vähäisempi kuin tropikamidilla. Fenyyliefriini on myös hyödyllinen tummanruskeiden värikalvojen laajentamiseen. Maksimitehokkuus saavutetaan 30 minuutissa ja aineen vaikutus häviää viiden tunnin kuluttua. (Olver & Cassidy 2005, 31.) Fenyyliefriini ei aiheuta sykloplegiaa (Fimea 2015, viitattu 11.10.2015).

2.3.3 Optikon käyttämien diagnostisten lääkeaineiden käyttö- ja vasta-aiheita

Silmän paikallispuudutusta hyödynnetään muun muassa silmänpaineen mittauksessa, gonioskopiassa, vammasta johtuvan kivun lievittämiseen, helpottamaan vierasesineen poistoa sekä hierymän tai haavauman perusteellisessa tutkimisessa. Lisäksi sitä käytetään lasten silmiä tutkittaessa ennen kirvelevien silmätippojen tiputtamista. Paikallispuudutteita on käytettävä säästeliäästi ja lyhyissä jaksoissa, koska ne voivat naamioida kivun vakavuuden ja vamma voi pahentua. Pitkityneellä käytöllä on toksinen vaikutus sarveiskalvon epiteelikerrokseen. (Olver & Cassidy 2005, 31.) Toksinen vaikutus ilmenee pinnallisina pistemäisinä vaurioina. Puudutteet myös estävät sarveiskalvon epiteelin parantumista, koska ne häiritsevät epiteelisolujen mitoosia. (Andrew 2006, 57.)

Mydriaatteja käytetään mykiön, lasiaisen, verkkokalvon sekä näköhermonpään tutkimiseen (Krumholz & Portello 2008, 329). Käyttöaiheita mydriaasille silmänpohjan tutkimisessa ovat vastikään huomattavat kelluvat samentumat lasiaisessa, valonvälähdykset, yhtäkkinen näöntarkkuuden aleneminen, selittämätön näkökenttäpuutos, silmäkipu tai tuntemattomasta syystä johtuva punoitus silmissä. Lisäksi käyttöaiheita ovat silmän tai pään alueen vammat, diabetes, väliainesamentumat,

verkkokalvon ääreisalueen rappeutuminen tai irtoaminen tai jos mustuaisen toiminnassa on huomattu puutteita tai mioosia. (Connor & Chang 2006, 440.) Kaikkien parasymptomolyyttisten mydriattien vasta-aihe on ahdaskulmaglaukooma (Ylitalo ym. 2006, 431).

Syklopentolaattia käytetään tavanomaisesti lasten taittovirhettä määritettäessä eliminoimaan akkommodaatio tutkimuksen ajaksi. Sivuvaikutuksia ovat allergisen reaktion riski ja kohonnut silmänsisäinen paine. Harvinaisempia sivuvaikutuksia ovat näköharhat, sekavuus ja ataksia. (Olver & Cassidy 2005, 31.) Tropikamidia ei suositella rytmihäiriölääkkeitä tai antidepressiiveja käyttäville henkilöille sen keskushermostoon vaikuttavan ominaisuuden takia (Pharmaca Fennica 2014, 2411–2412). Myöskään raskauden ja imetyksen aikana ei suositella käytettäväksi diagnostisia lääkkeitä, sillä esimerkiksi fenyylifriini voi supistaa kohtua ja vähentää sen verenkiertoa (Pharmaca Fennica 2013, 2281).

Fenyylifriinillä mustuainen laajentuu maksimiinsa jo 5 %:n pitoisuudella. Tätä suuremmat pitoisuudet eivät enää paranna mydriaasia ja niiden käyttöön liittyy suurempi haitallisten sivuvaikutusten riski. (Connor & Chang 2006, 439.) Suomessa optikoilla on kuitenkin lupa käyttää 10 %:n vahvuista fenyylifriiniä (Fimea 2015, hakupäivä 11.10.2015; Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääkkeen määräämisestä 1088/2010 2.6:1§). Fenyylifriini laskee silmän sisäistä painetta. Sen käytössä on noudatettava varovaisuutta, jos potilaalla on verenpainetauti, koska aine voi olla vuorovaikutuksessa systeemisten monoamiinioksidaasijien (MAO) kanssa. Yleinen suositus on, että tällöin käytetään varovaisuutta noudattaen fenyylifriiniä 2,5 %:n vahvuudella. (Andrew 2006, 53.)

2.3.4 Sykloplegian käyttöaiheita ja vasta-aiheita

Sykloplegivalmisteita, jotka aiheuttavat myös mydriaasin, käytetään akkommodaation lamaannuttamiseen, pupillien laajentamiseen, silmänpohjan tutkimiseen ja refraktion määrittämiseen (Nurminen 2011, 460). Ihanteellinen syklopleginen aine aiheuttaa nopean, mutta lyhytkestoisen sykloplegian, eli silmän sädelihaksen väliaikaisen lamaantumisen, joka rentouttaa akkommodaation kokonaan (Milder & Rubin 2004, 60). Ihanteena on myös akkommodaation nopea palautuminen sekä sivuvaikutusten puuttuminen. Mikään sykloplegi ei täytä kaikkia mainittuja vaatimuksia, mutta muutamat aineet saavuttavat riittävän hyvän kliiniseen käyttöön halutun vaikutuksen. (Amos & Wickum 2008, 345.)

Amos & Wickumin (2008, 343) mukaan sykloplegia auttaa poissulkemaan karsastuksen patologistet aiheuttajat ja on välttämätön refraktiivisen tai akkommodatiivisen esotropian, valelikinäköisyyden, anisotropian, amblyopian ja latentin hyperopian määrittämiseksi. Milder & Rubin (2004, 60) mainitsevat, että sykloplegiaa käytetään muun muassa, kun värikalvo ja sädekehä tehdään liikkumattomaksi leikkauksen jälkeen, akuutin tai kroonisen suonikalvon tulehduksen hoitoon, värikalvon kiinnikkeiden estämiseen, akkommodaatiospasmin hoitoon ja alkavan ikänäön tutkimiseen.

Sykloplegia on tärkeässä asemassa lasten taittovirheiden määrittämisessä ja se pitäisi suorittaa perusteellisesti lapsen ensimmäisessä näöntutkimuksessa. (Amos & Wickum 2008, 343.) Vaikka menetelmää käytetään etenkin tutkittaessa lapsia, joilla akkommodaatiokyky on paljon, voidaan sen avulla mitata myös hyperooppisen aikuisen taittovirheen määrää (Marsden & Spence 2006, 33). Hyperopia jakautuu muun muassa manifestiin, latenttiin ja absoluuttiseen hyperopiaan. Totaalista hyperopiaa eli silmän kokonaishyperopiaa ei voida nuorelle hyperoopille määrittää ilman akkommodaatiota lamaannuttavia lääkkeitä. (Korja 2008, 64.) Manifestin hyperopian määrä on sama kuin suurin plusvoimakkuus, jolla henkilö näkee tarkasti kauas. Totaalin ja manifestin hyperopian erotusta sanotaan latentiksi eli piileväksi hyperopiaksi. (Saari & Korja 2011, 304.) Tutkittava ei hyväksy silmälaseihinsa latentin hyperopian määräästä korjausta vaan korjaa sen akkommodoimalla. Iän myötä akkommodaatiokyvyn heikentyessä latentin hyperopian osuus vähenee. Absoluuttisen hyperopian määrä on sama kuin minimiplusvoimakkuus, joka tarvitaan näöntarkkuuden parantamiseksi maksimiin. (Korja 2008, 64.)

Refraktion eli taittovirheen määrittäminen sykloplegiassa tehdään usein siksi, että sen avulla saadaan tarkempi tulos silmän todellisesta taittovirheestä, kun silmä itse ei tee minkäänlaista työtä (Marsden & Spencer 2006, 33). Sykloplegiaa käytetään, kun taittovirhettä määritettäessä saadaan vaihtelevia tuloksia, ei saavuteta binokulaarista eli silmien välistä tasapainoa tai jos löydetty taittovirhe ei selitä asiakkaan oireita. Akkommodaation lamaannuttaminen on tarpeen myös silloin, jos tutkittavalla on akkommodaatiospasmi tai ilmeistä tai piilevää epätasapainoa silmien lihaksissa. Sitä voidaan hyödyntää alkavan ikänäön määrittämisessä, etenkin jos asiakas ei ole käyttänyt aiemmin silmälaseja. (Milder & Rubin 2004, 60–61.) Joissakin tapauksissa syklopleginen refraktointi voi olla ainoa tapa määrittää henkilön taittovirhe. Esimerkiksi silloin, kun tutkijan on määritettävä tutkittavan taittovirhe

täysin objektiivisin keinoin asiakkaan ollessa lukutaidoton, vuoteenoma, nukutettu, henkisesti jälkeenyäännyt tai epäjohdonmukaisesti vastaava. (Amos & Wickum 2008, 343; Milder & Rubin 2004, 61.)

Ennen sykloplegisen refraktoinnin aloittamista on tutkijan kartoitettava asiakkaan sairaus- sekä silmien terveyshistoria kiinnittäen huomiota erityisesti käytössä oleviin lääkityksiin, lääkaine- ja muihin allergioihin sekä edellisten näöntutkimuksien tuloksiin. Vähimmäisvaatimuksena on myös refraction, näöntarkkuuden, pupillien toiminnan ja silmien asentopoikkeamien tutkiminen ennen lääkeannostelua. Mikroskooppitutkimus suoritetaan etenkin sarveiskalvon, etukammion ja kammiokulman syvyyksien kannalta. Jos havaitaan ahdas kammiokulma, gonioskopiatutkimus suoritetaan. Mahdollisuuksien mukaan mitataan myös esimerkiksi silmänpaine ja tarvittaessa akkomodaation toiminta. (Amos & Wickum 2008, 344.)

Sykloplegioiden käyttämisellä voi ilmetä sivuvaikutuksia. Kaikki veteen liukenevat tippoina annostellut sykloplegit saapuvat systeemiseen kiertoon kyyneltiehyen ja nenän limakalvojen sekä sidekalvon kautta. (Milder & Rubin 2004, 67.) Lapset ovat kehittymättömän aineenvaihduntansa, erityisjärjestelmänsä sekä kevyen painonsa takia alttiita systeemisille komplikaatioille. Heitä tutkittaessa on oltava varovainen ja käytettävä miedointia lääkaineepitoisuutta, jolla saadaan haluttu syklopleginen vaikutus. Suositeltavaa on myös hankkia potilaan tai lasten vanhempien suostumus lääkaineiden avulla tehtävään tutkimukseen ja informoida tippojen vaikutusajasta, valoherkkyydestä ja näön sumentumisesta. Lääkkeaineet voivat sumentaa näkökyvyn useiksi päiviksi ja auringonvalo sekä muut kirkkaat valot ärsyttävät silmiä, joiden pupilli on laajennettu. (Amos & Wickum 2008, 344.) Myös lähityö voi vaikeutua (Milder & Rubin 2004, 66). Jo tutkimusaikaa varatessa asiakasta pitäisi muistuttaa, ettei hän ole ajokykyinen heti tutkimuksen jälkeen (Optometrists Association Australia 2013, viitattu 10.10.2015).

Sykloplegioiden käyttö voi laukaista sulkukulmaglaukoomakohtauksen, jonka mahdollisuudesta on hyvä varmistua tutkimalla silmän kammiokulma ennen tippojen annostelua. Lääkkeaineista aiheutuva yliherkkyysoireet voi esiintyä muun muassa kasvojen punoituksena, korkeana kuumeena, nopeana sykkeenä, limakalvojen kuivumisena ja levottomuutena. (Milder & Rubin 2004, 61, 67–68.) Jos potilas on herkistynyt aiemmin jollekin sykloplegille, voidaan yliherkkyysoireet välttää vaihtamalla aine toiseen (Amos & Wickum 2008, 344). Erittäin harvinaisia sivuvaikutuksia ovat jopa kooma ja kuolema (Milder & Rubin 2004, 67).

Kammiokulman syvyyttä voidaan arvioida silmämikroskoopilla van Herick -tarkastelumenetelmällä ilman muita apuvälineitä. Mikroskoopin valo säädetään pystysuuntaiseksi kapeaksi viivaksi, jolla valaistaan sarveiskalvon ohimon puoleista reunaa 60 asteen kulmasta katselujärjestelmään nähdessä mahdollisimman lähellä limbusta. Sarveiskalvolle valaistun pystyviivan leveyttä eli sarveiskalvon paksuutta verrataan sen ja värikalvolle heijastuneen viivan väliseen etäisyyteen. Jos etäisyys on vähintään sarveiskalvon paksuuden levyinen, on kammiokulman sulkeutuminen epätodennäköistä. Kammiokulma suositellaan tutkittavaksi sekä ohimon että nenän puolelta. Menetelmä ei korvaa gonioskopiaa, mutta sen avulla kammiokulman syvyys saadaan arvioitua vaivattomasti ja nopeasti. Tällainen tarkastelu on erittäin tärkeää ennen mydriaattien tiputtamista, sillä jos kammiokulma on matala, mydriaatti voi aiheuttaa sulkukulmaglaukoomakohtauksen. (Mondal 2013, 53–55.) Gonioskopia on syytä suorittaa, mikäli van Herick -menetelmällä havaitaan kammiokulman sulkeutumisriski (Zadnik 1997, 238).

3 TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli kuvailla samalla tavoin ja samoille koehenkilöille annosteltujen Oftan Tropicamid® ja Oftan Syklo® -lääkeaineiden vaikutuksia silmään, sekä vertailla niiden eroja ja yhtäläisyyksiä niiden käyttötarkoituksissa. Tavoitteenamme oli tuottaa tietoa käytetyn koeasetelman soveltuvuudesta laajemman vertailevan tutkimuksen toteuttamiseksi, vertailla teorian tiedon ja käytännön kohtaamista sekä tuoda käytännönläheistä tietoa lääkeaineista teorian tiedon tueksi.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Millaisia yhtäläisyyksiä optikon käyttöön annetuilla Oftan Tropicamid® ja Oftan Syklo® -valmisteilla on mustuaisen laajenemisessa ja sykloplegiassa?
2. Millaisia eroja optikon käyttöön annetuilla Oftan Tropicamid® ja Oftan Syklo® -valmisteilla on mustuaisen laajenemisessa ja sykloplegiassa?
3. Kuinka paljon optikon tarvitsee varata aikaa asiakkaalle, jonka mustuaiset hän haluaa laajentaa Oftan Tropicamid® tai Oftan Syklo® -valmisteilla?

4 TUTKIMUSMETODOLOGIA

Toteutetun ja täydentämämme tutkimuksen tutkimusasetelma oli määrällinen sekä eksperimentaalinen eli kokeellinen. Määrällinen tutkimus perustuu kohteen kuvaamiseen ja tulkitsemiseen tilastojen ja numeroiden avulla. Siinä ollaan usein kiinnostuneita vertailusta, erilaisista luokitteluista, syy- ja seuraussuhteista ja numeerisiin tuloksiin perustuvasta ilmiön selittämisestä (Jyväskylän yliopisto, viitattu 21.4.2015). Myös tässä tutkimuksessa tehdyt mittaukset taulukoitiin sekä luokiteltiin ja tuloksia vertailtiin muun muassa parivertailun avulla. Syy- ja seuraussuhteita tarkasteltiin esimerkiksi pupillin koon ja syväterävyyden yhteydessä.

Määrällisen tutkimuksen ideana on saada tietoa, joka on luonteeltaan yleistä ja yleistettävissä (Virtuaali Ammattikorkeakoulu 2007, viitattu 20.4.2015). Koska vertailevassa käyttötutkimuksessa koehenkilöitä oli vähän, se on luonteeltaan pilotti. Tulokset ovat näin suuntaa antavia, eikä niitä voi yleistää. Tämä käyttötutkimus voisi olla pohjana laajemmalle tutkimukselle, jolla saataisiin yleistettävää tietoa.

Kokeellisessa tutkimuksessa mitataan yhden käsiteltävän muuttujan vaikutusta toiseen muuttajaan (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2014, 134). Tässä tutkimuksessa näitä muuttujia oli useampia, sillä siinä tarkasteltiin kahden lääkeaineen vaikutusta pupillin kokoon, akkommodaatiokykyyn ja objektiiviseen refraktiotulokseen sekä näöntarkkuuteen.

Tyypillistä kokeelliselle tutkimukselle on, että se tehdään tarkoin valvotuissa ja pelkistetyssä olosuhteissa tarkan etukäteissuunnitelman mukaan ja sen suorittamiseen tarvitaan erityisvälineitä sekä erilaisia mittareita. Näin pystytään poistamaan häiriömuuttujien vaikutukset tai pitämään ne vakiona. (Järventausta, Moisala & Toivakka 1999, 48 & 151.) Nämä kriteerit täytyivät myös tässä tutkimuksessa, sillä testit toteutettiin optikkoliikkeessä ja mittaukset suoritettiin tietyin ennalta testatuin laittein ja menetelmin.

Kokeellisessa tutkimuksessa tutkija on aktiivinen jakaessaan havaintoyksiköitä erilaisiin ryhmiin sekä koejärjestelyjä tai -olosuhteita koskevien seikkojen suhteen (Metsämuuronen 2005, 7). Klassisessa kokeellisen tutkimuksen koeasetelmassa havaintoyksiköt on jaettu kahteen ryhmään eli testi- ja kontrolliryhmään (KvantiMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto 2009, viitattu

23.4.2015). Tutkimuksessamme ei ollut kontrolliryhmää, sillä se ei ollut tarpeellinen ottaen huomioon käyttämämme intervention, eli mydriaatit. Täten hyödynsimme paneeliasetelmaa.

Paneeliasetelma on yksi kokeellisen tutkimusasetelman perustyyppi, joka ei edellytä kontrolliryhmän käyttöä. Siinä on useita havaintoyksiköitä ja vähintään kaksi eri mittauskertaa, joista ensimmäinen tehdään ennen interventiota. (Kajaanin ammattikorkeakoulu 2015, viitattu 23.4.2015.) Intervention jälkeen suoritetaan seuraavat mittauskerrat ja tutkitaan kuinka suuri muutos tarkkailtavassa muuttujassa tapahtui (KvantiMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto 2009, viitattu 23.4.2015).

Tutkimuksen validiutta voidaan tarkentaa sekä kvantitatiivisessa että kvalitatiivisessa tutkimuksessa käyttämällä tutkimuksessa useita menetelmiä. Yhteiskäytöstä käytetään termiä triangulaatio. Norman K. Denzin (1970) jaotteli triangulaation neljään tyyppiin, joista yksi on aineistotriangulaatio, jossa kerätään erilaisia tutkimusaineistoja saman ongelman ratkaisemiseksi. (Hirsjärvi ym. 2014, 233.) Me hyödynsimme aineistotriangulaatiota, koska määrällisten tulosten lisäksi käytimme tutkimuksessamme myös laadullista aineistoa. Tällaisia laadullisia aineistoja tutkimuksessamme olivat koehenkilöiden kirjallisesti kertomat kokemukset lääkeaineiden aiheuttamista vaikutuksista ja niistä palautumisesta.

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Ottaessamme vastaan tämän aiheen opinnäytetyöksemme, tutkimuksen kokeelliset testaukset oli jo pääasiassa suoritettu. Olemme itse olleet koehenkilöinä testauksissa. Toinen meistä on myös ollut avustajana tutkimustilanteissa, joten koimme hyvin luonnolliseksi sen, että analysoimme testitulokset loppuun asti.

5.1 Tutkittavien valinta ja koetilanteiden aikataulu

Tutkimuksen perusjoukoksi valikoitui yhdeksän vapaaehtoista perustervettä optometristiopiskelijaa. Aineistot on kerätty koetilanteissa, joiden aikataulut käyvät ilmi taulukosta 2. Ottaessamme tutkimusaiheen vastaan, oli kahdeksalle tutkittavista testattu tropikamidia ja seitsemälle syklopen-tolaattia. Parantaaksemme tutkimuksen luotettavuutta, järjestimme otokset täydentävät testaukset helmikuussa 2015. Lopullinen tutkimusjoukko oli yhdeksän nuorta koehenkilöä, joiden ikäjakauma oli tutkimushetkellä 22–32 vuotta. Heille kaikille testattiin kumpaakin lääkeainetta. Vaikka koehenkilöt olivat vapaaehtoisesti mukana testeissä, hankimme heiltä kirjalliset suostumukset tutkimustulosten analysointiin opinnäytetyössämme (liite 1).

Suoritimme testaukset loppuun jo varhaisessa vaiheessa ennen kuin saimme tietoperustan ja suunnitelman valmiiksi, jottei niiden aikataulu venyisi kauas aiemmista testauksista. Halusimme tällä varmistaa sen, että tavoitamme kaikki henkilöt, jotka olivat aiemmin olleet testauksissa mukana.

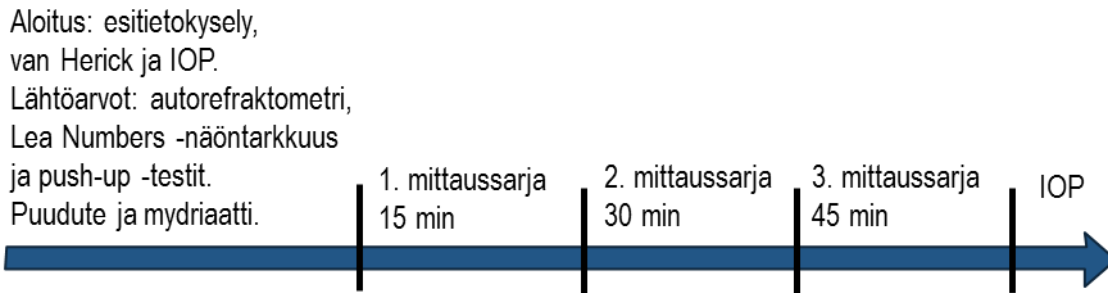
TAULUKKO 2. Koetilanteet

Milloin	Mikä testi	Koehenkilöiden määrä	Muuta
Toukokuu 2012	Oftan Tropicamid® 5 mg/ml	4	Esitestaus
Marraskuu 2012	Oftan Syklo® 10 mg/ml	4	Esitestaus
Helmikuu 2014	Oftan Tropicamid® 5 mg/ml	4	
Helmikuu 2014	Oftan Tropicamid® 5 mg/ml	4	
Marraskuu 2014	Oftan Syklo® 5 mg/ml	4	
Marraskuu 2014	Oftan Syklo® 5 mg/ml	3	
Helmikuu 2015	Oftan Tropicamid® 5 mg/ml	1	Täydentävät
	Oftan Syklo® 5 mg/ml	2	testaukset

5.2 Aineistonkeruumenetelmä ja esitestaaminen

Tutkimus on aloitettu vuonna 2012 koetilanteiden ja -järjestelyiden esitestauksella. Esitestauksessa mukana olleet neljä tutkittavaa olivat myös optometreriopiskelijoita, mutta eri henkilöitä kuin varsinaiset tutkittavat. Esitestauksissa harjoiteltiin muun muassa tutkimustilannetta ja saatiin selville, kuinka monta testattavaa on hyvä olla samalla testauksella. Lisäksi niissä testattiin, minkälaisella aikaporrastuksella tipat olisi hyvä laittaa tutkittaville sekä minkälainen ajoitus mittaussarjoissa pitäisi olla. Syklopentolaattia kokeiltiin esitestausvaiheessa vahvemmalla 1 % pitoisella (10 mg/ml) aineella, mutta silloin todettiin, että vaikutus oli liian vahva ja haitat kestivät liian kauan.

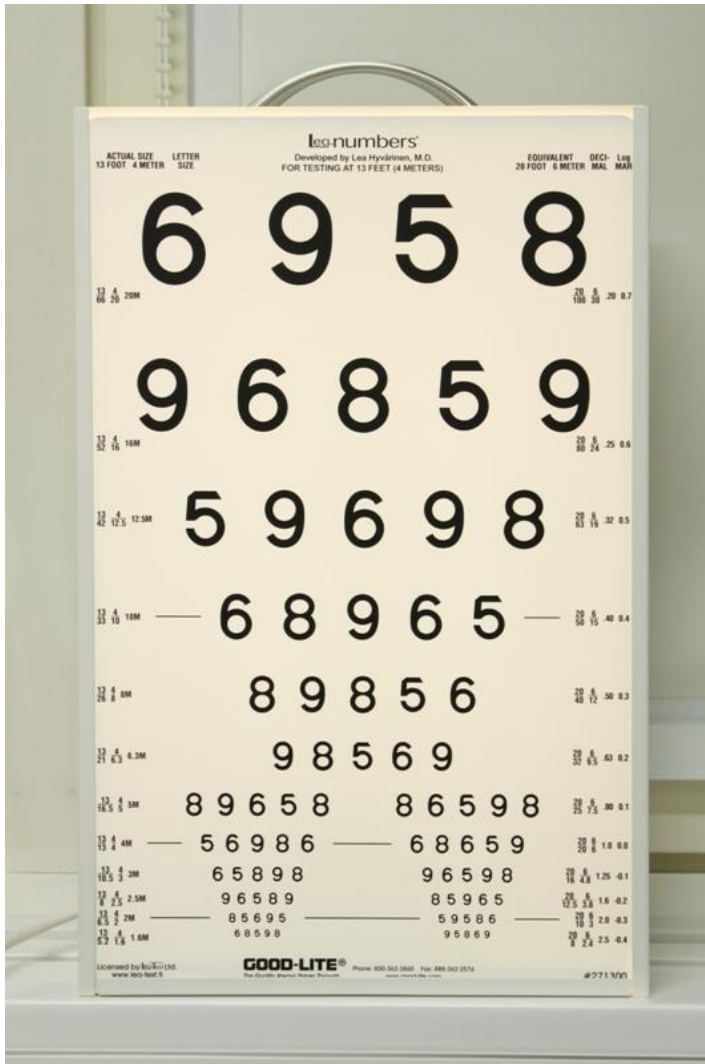
Varsinaiset koetilanteet olivat kuvion 9 mukaiset. Jotta testaus olisi mahdollisimman turvallinen, ennen kokeen aloittamista kaikki tutkittavat täyttivät esitietokyselyn, jossa oli 65 silmiä ja yleistä terveydentilaa koskevaa kysymystä. Lisäksi heidän silmiensä kammiokulman sulkeutumisriski arvioitiin silmämikroskooppilla tutkien van Herick -tekniikalla. Ennen mydriaasin aiheuttamista mitattiin lähtöarvot tutkittavien silmänpaineista (IOP) ilmapuhallustonometrillä (non-contact tonometer), joka mittaa silmänpaineen sen avulla, minkälainen voima tarvitaan tasopainauaman aiheuttamiseen sarveiskalvolle (Johnson&Johnson 2008, viitattu 16.9.2015).



KUVIO 9. Aikajana testien kulusta

Ennen lääkeaineiden annostelua mitattiin myös lähtöarvot jokaiselle mittausarjojen muuttujalle. Näitä mittausarjojen muuttujia olivat objektiivinen refraktio, mustuaisen halkaisija, Lea Numbers -näöntarkkuus sekä akkommodaatiolaaajuudet. Tulosten taulukoihin ja kuvioihin merkitsimme lähtöarvot yksinkertaistamisen vuoksi nollan minuutin arvoiksi. Lääkeaineet annosteltiin koehenkilöille 7-10 minuutin aikavälein. Mittausarjat toistettiin lääkeaineiden annostelun jälkeen kolme kertaa jokaiselle tutkittavalle, 15, 30 ja 45 minuutin jälkeen. Mittausarjojen lopuksi mitattiin vielä silmänpaineet sekä annettiin koehenkilöille ohjeet, kuinka seurata silmien palautumista sekä mahdollisia lääkeaineiden sivuvaikutuksia.

Objektiivinen refraktio mitattiin tutkittavilta autorefraktometrillä (Rodenstock CX-520). Autorefraktometrin käyttöön päädyttiin sen nopeuden sekä peräkkäisten mittauksen yhdenmukaisuuden takia (Trusit 2004, viitattu 16.9.2015). Samalla laitteella ja mittauskerralla saatiin mitattua myös pupillien halkaisijat. Näöntarkkuudet mitattiin Lea Numbers -taululla +1.50 dioptrian etulasin kanssa. Lea Numbers -taulu on standardoituja numero-optotyyppejä sisältävä näöntarkkuuden mittaamiseen tarkoitettu testi (kuvio 10). Sitä käytetään valolaatikossa, jotta näöntarkkuuteen vaikuttava valaistus- taso olisi joka mittauskerralla sama (Lea-Test Ltd 2012, viitattu 16.9.2015).



KUVIO 10. Lea Numbers -taulu näöntarkkuuden testaamiseen
(Valokuva: Sanna Sillanpää 2015)

Akkommodaatiolaajuudet mitattiin molemmista silmistä erikseen push-up -testillä eli etäisyyden muutosmenetelmällä, jossa tarkasteltavaa tekstiä tuodaan lähemmäs silmää. Akkommodaatio lisääntyy, kun katseluetäisyys lyhenee ja verkkokalvokuvaa yritetään pitää tarkkana. Kohdassa, jossa tutkittava ilmoittaa tekstin hämärtyvän, saavutetaan akkommodaatiokyvyn raja. Akkommodaatiolaajuus on käänteisarvo sarveiskalvosta tekstiin mitatusta etäisyydestä metreinä ilmoitettuna. Kun testi tehdään ikänäköiselle, on silmän eteen laitettava avuksi plusvoimakkuutta. Kun lopputuloksesta vähennetään käytetty apulähiläisen voimakkuus, saadaan akkommodaatiolaajuuden määrä. (Korja 2008, 134.) Tämä testi tehtiin RAF-sauvan (kuvio 11) avulla monokulaarisesti, eli molemmille silmille erikseen. Lisäksi akkommodaatiolaajuudet mitattiin kolmen millimetrin keinotekoisella mustuaisella. Pienen, kolme millimetriä halkaisijaltaan olevan kaihtimen avulla tehdyllä mustuaisella saatiin mitattua syväterävyyden vaikutusta akkommodaatiolaajuuteen.



KUVIO 11. RAF-sauva (Valokuva: Leeni Mäkelä 2015)

5.3 Aineiston keruun toteuttaminen ja aineiston analysointi

Tutkimuksen koetilanteet järjestettiin Oulussa optikkoliike Opti-Silmän tiloissa. Jotta tulokset olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia, testaukset pyrittiin suorittamaan joka kerta samoissa valaistusolosuhteissa ja sijainneissa. Lisäksi jokainen testitilanne sijoittui ilta-aikaan. Lääkeaineet annosteli tutkittavien silmiin diagnostisten lääkeaineiden käyttöoikeudet hankkinut optikko Mikko Järvinen. Ennen mydriaattia annosteltiin silmiin myös yksi tippa Oftan Obucain -pintapuudutetta.

Analysoimme koetilanteista saadut aineistot Microsoft Excel -ohjelmaa apuna käyttäen. Tässä tutkimuksessa muuttujia on useita, joita vertailimme parivertailun avulla. Parivertailussa vertaillaan kahta asiaa kerrallaan, mutta jos verrattavia tekijöitä on useita, tulee myös useita vertailupareja (Valli 2007, 139). Vertailimme, miten tutkimamme kaksi lääkeainetta vaikuttavat eri muuttujiin. Näitä ovat lääkeaineiden vaikutus pupillin kokoon, akkommodaatiokykyyn, objektiiviseen refraktiotulokseen sekä näöntarkkuuteen. Lisäksi tutkimme pupillin koon vaikutusta syväterävyysalueeseen akkommodaatiolaajuusmittauksissa.

Parivertailu on yleensä vain yksi aineistonkeruun osa muiden menetelmien joukossa (Valli 2007, 139). Toinen hyvä lähestymistapa tähän aineistoon on testeissä käytettyjen lääkeaineiden vertailu koko joukon tuloksista saatujen keskiarvojen perusteella. Hyödynsimme tulosten analysoinnissa

erilaisia ristiintaulukointeja, joissa selvitämme kerrallaan kahden eri muuttujan vaikutuksia toisiinsa. Ristiintaulukoinnissa kaksi eri muuttujaa esitetään samassa taulukossa niin, että toinen asetetaan sarakkeille ja toinen riveille (Heikkilä 2008, 210).

Kun aineistossa on useita eri muuttujia, sen analysoinnissa voitaisiin käyttää myös erilaisia monimuuttujamenetelmiä. Ne vaativat paljon metodista osaamista sekä monimutkaisia matemaattisia laskentaoperaatioita. (Heikkilä 2008, 183, 243.) Tällaisiin menetelmiin osaamisemme ei ole riittävä ja opinnäytetyöhön asetettuun aikatauluun nähden meillä ei myöskään olisi ollut mahdollisuuksia käyttää aikaa niihin. Tyydyimme siis analysointivaiheessa tutkimaan kerrallaan vain kahden eri muuttujan välisiä yhteyksiä.

Pääosin tilastollista materiaalia sisältävään aineistoomme kuuluu myös tekstiä, jotka ovat koehenkilöiden kirjoittamia kokemuksia lääkeneiden aiheuttamista vaikutuksista ja palautumisesta. Nämä aineistot analysoimme lyhyesti laadullisin menetelmin hyödyntäen sisällönanalyysiä (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006, viitattu 10.10.2015).

6 TUTKIMUKSEN TULOKSET

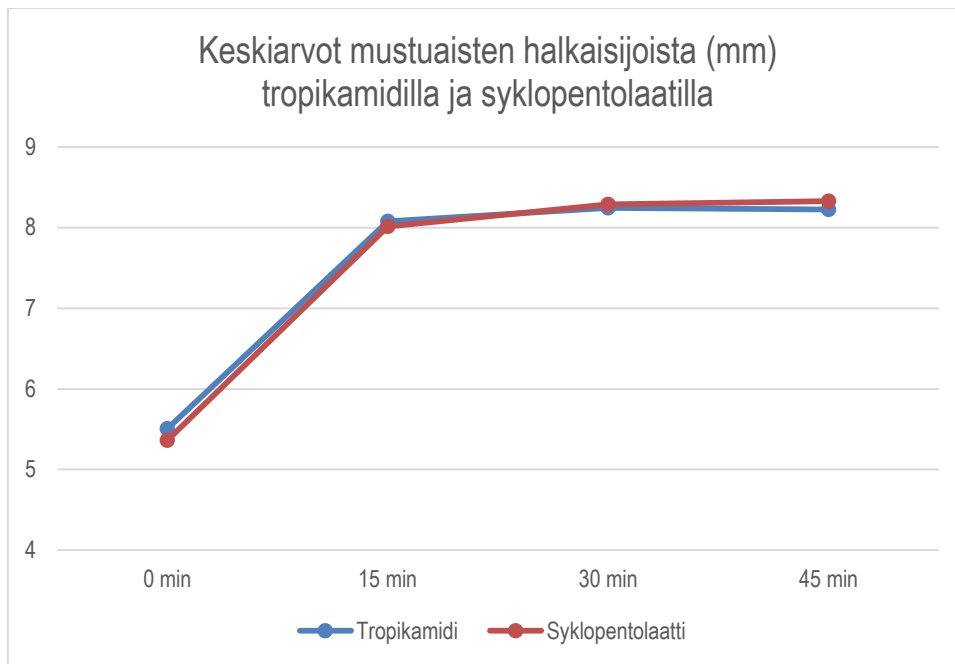
Tutkimuksen koetilanteissa saadut tulokset on taulukoitu liitteisiin 2 ja 3. Koehenkilöt on nimetty aakkosten mukaan A-kirjaimesta I-kirjaimen. Kun puhumme tuloksissa koehenkilöistä, käytämme heistä näitä kirjaintunnuksia, jottei heidän henkilöllisyyttään voi tunnistaa. Suurin osa koehenkilöistä oli myooppeja, kaksi (A ja C) hyperoeppeja ja yksi emmetrooppi (D). Tutkittavien silmien värit arvioitiin koetilanteissa ja ne ovat eriteltynä seuraavassa taulukossa.

TAULUKKO 2. Koehenkilöiden silmien värit

Koehenkilö	Silmien väri
A	siniharmaavihreä
B	vaalean siniharmaavihreä
C	siniharmaa
D	siniharmaavihreä
E	vaalean ruskea
F	sininen
G	sininen
H	tumman siniharmaa
I	vaalean siniharmaa

6.1 Mustuaisen laajeneminen

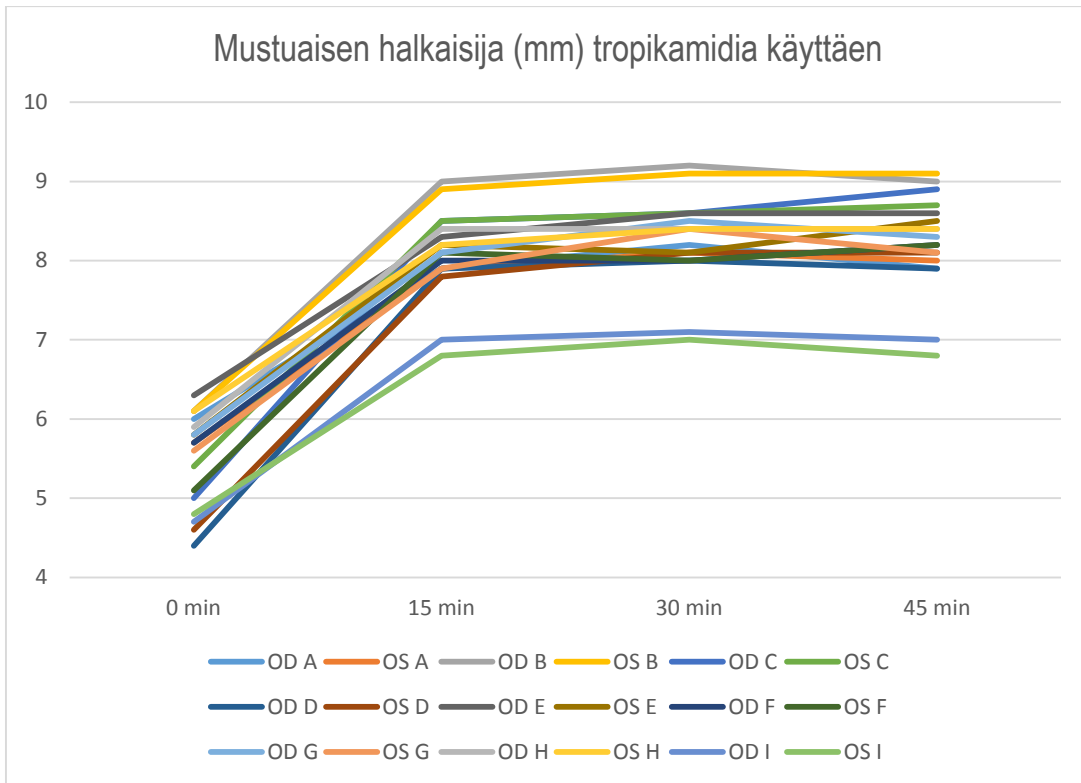
Kuviossa 12 on kaikkien koehenkilöiden keskiarvot kummankin lääkeaineen aiheuttamasta mustuaisen laajenemisesta. Siitä käy ilmi, että mustuaisen laajeneminen saavutti molemmilla lääkeaineilla käytännön maksimitasonsa 15 minuutin kohdalla. Siitä viimeiseen mittauskertaan asti mustuaisen koko pysyi lähes stabiilina. Mustuaisen laajentajina valmisteet olivat lähes identtiset. Koehenkilöiden mustuaiset laajenivat keskimäärin yli 8 millimetrin halkaisijaan.



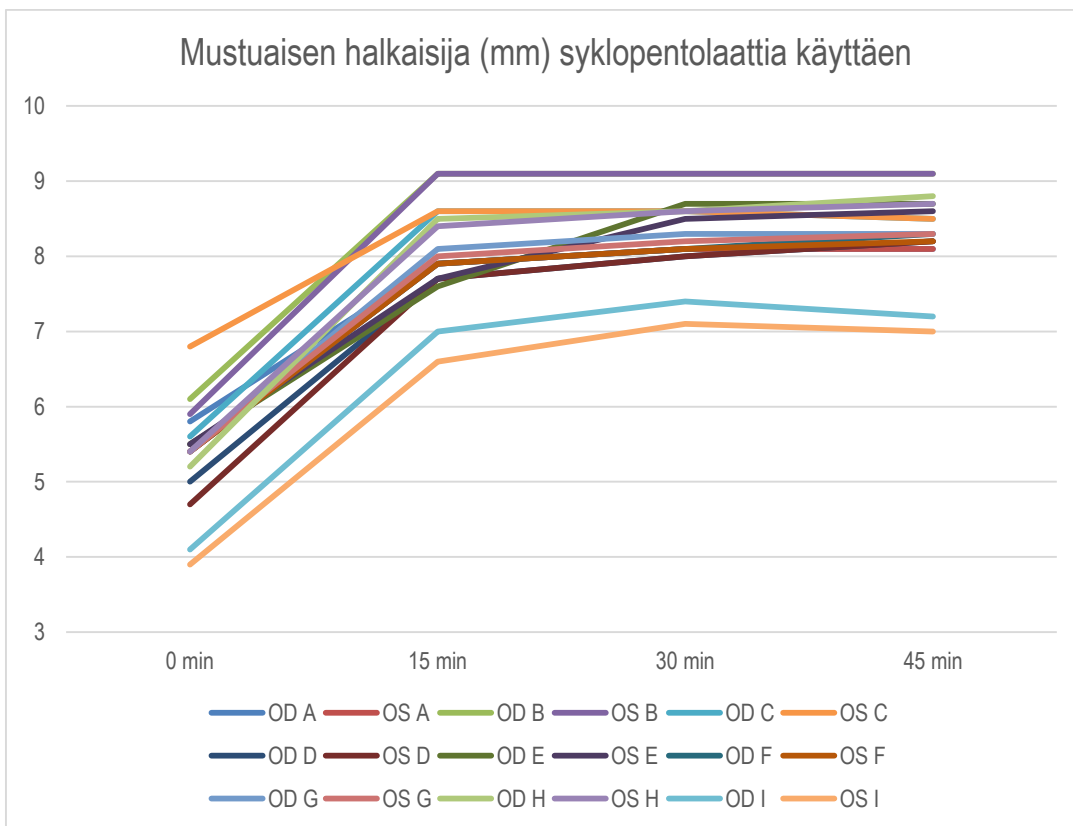
KUVIO 12. Mustuaisten halkaisijoiden keskiarvot

Laajimmat mustuaiset mitattiin henkilöllä B, jonka silmien väriksi arvioitiin vaalean siniharmaavihreä. Tropikamidilla hänen oikean silmän mustuainen laajeni 9,2 millimetriin ja vasemman 9,1 millimetriin. Syklopentolaatilla kummankin silmän mustuainen laajeni hänellä 9,1 millimetriin. Vähiten laajenivat henkilön I mustuaiset, jolle silmien väriksi arvioitiin vaalean siniharmaa. Hänellä vastavat arvot tropikamidilla olivat 7,1 ja 7,0 millimetriä ja syklopentolaatilla 7,4 ja 7,1 millimetriä.

Kuvioissa 13 ja 14 on esitelty mustuaisten halkaisijat henkilöittäin ja erikseen oikea (OD) ja vasen (OS) silmä. Niistä voi huomata, että lähes kaikilla koehenkilöillä mustuaisen laajuuden maksimitaso on saavutettu kummallakin lääkeaineella viidentoista minuutin kohdalla. Ainoa selkeä poikkeus on henkilön E tulokset syklopentolaatin vaikutuksessa. Hänellä oikean silmän mustuainen laajenee vielä aikavälillä 15–30 minuuttia 7,6 millimetristä 8,7 millimetriin ja vasemman silmän mustuainen laajenee 7,7 millimetristä 8,5 millimetriin.



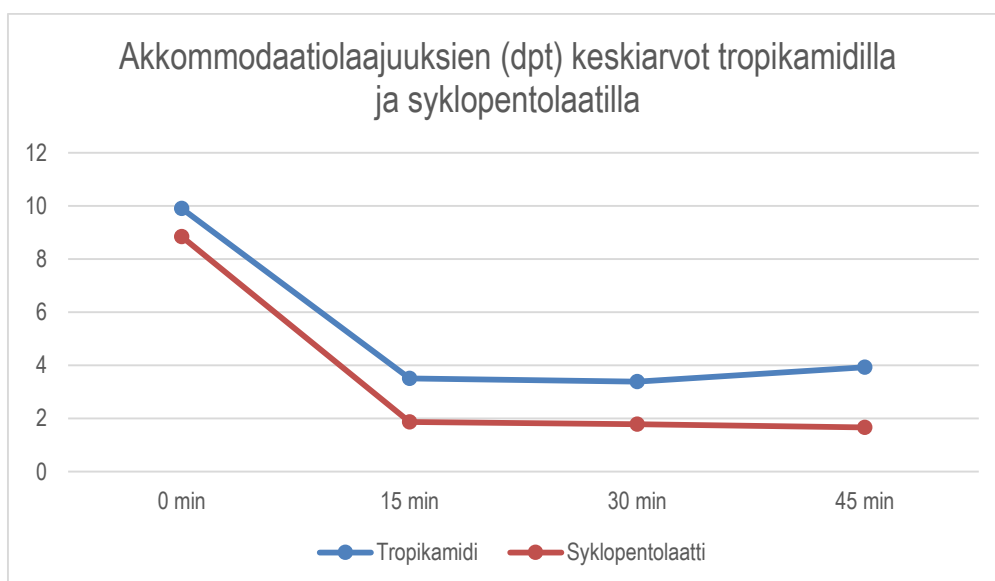
KUVIO 13. Mustuaisten halkaisijat tropikamidia käyttäen



Kuvio 14. Mustuaisten halkaisijat syklopentolaattia käyttäen

6.2 Akkommodaatiolaajuus ja jäännösakkommodaatio

Akkommodaatiolaajuuden minimiarvo saavutettiin molemmilla valmisteilla noin viidentoista minuutin kohdalla. Tämän jälkeen muutokset olivat keskimäärin melko vähäisiä. Mitattu keskiarvoinen jäännösakkommodaatio tropikamidilla kahdeksassatoista silmässä oli 15 minuutin kohdalla 3.51, 30 minuutin kohdalla 3.39 ja 45 minuutin kohdalla 3.93 dioptriaa. Syklopentolaatilla vastaavat arvot olivat 1.87, 1.79 ja 1.67 dioptriaa.



KUVIO 15. Akkommodaatiolaajuudet keskiarvoina ajan suhteen push-up -menetelmällä

Aikaväli 15 minuutista 30 minuuttiin näyttää olevan melko stabiili (kuvio 15). Toisin kuin mustuaisen laajentamisessa, sykloplegiavaikutuksissa valmisteiden ero tulee esiin, sillä tropikamidilla mitatut jäännösakkommodaatiot olivat noin 1.60 dioptriaa korkeammat kuin syklopentolaatilla. Taulukoissa 3 ja 4 on esillä jäännösakkommodaation määrän ero oikean ja vasemman silmän välillä.

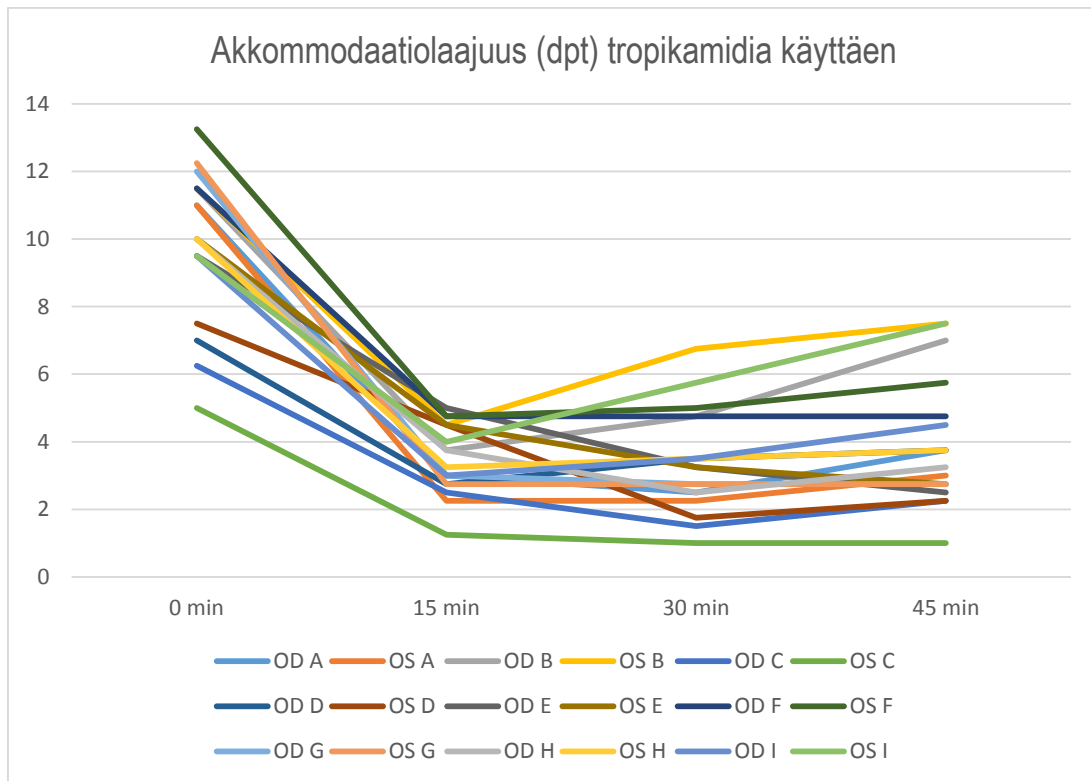
TAULUKKO 3. Keskiarvo jäännösakkommodaatiosta tropikamidilla

Tropikamidi	OD	OS
15 min	3.50	3.53
30 min	3.22	3.56
45 min	3.83	4.03

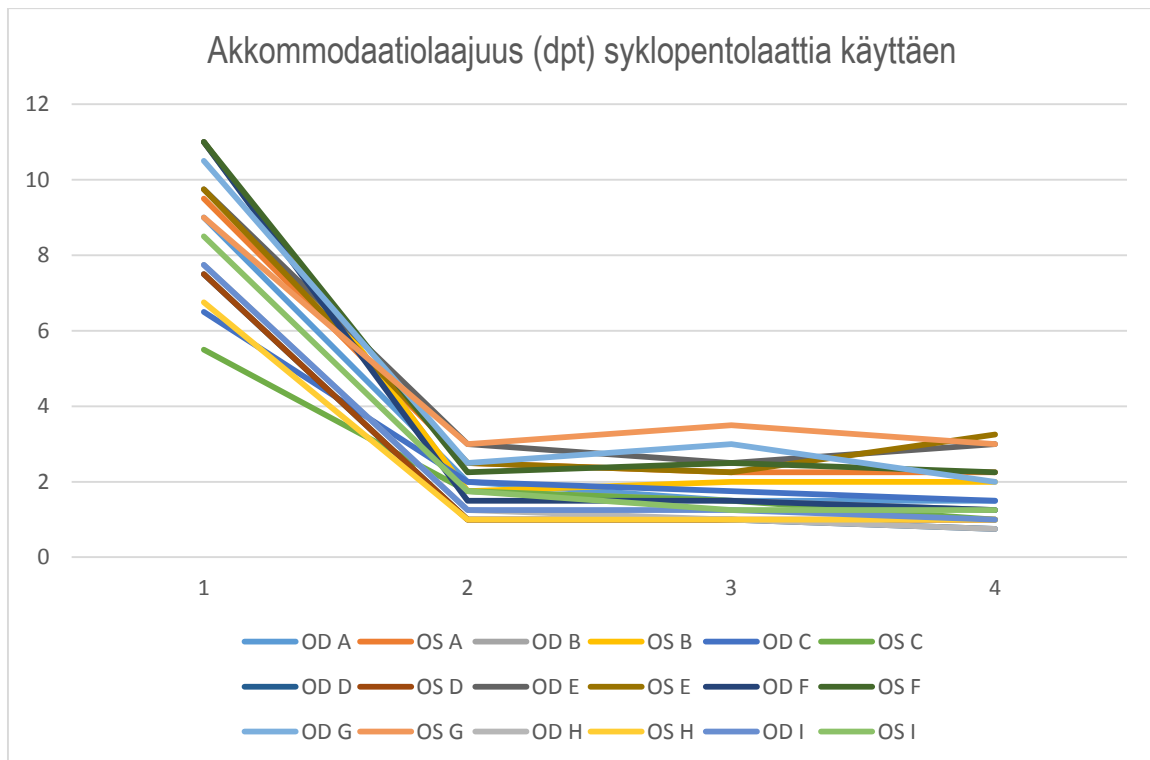
TAULUKKO 4. Keskiarvo jäännösakkommodaatiosta syklopeatolaatilla

Syklopeatolaatti	OD	OS
15 min	1.80	1.94
30 min	1.67	1.92
45 min	1.44	1.89

Syklopeatolaatilla mitattu akkommodaatiolaajuus (kuvio 17) ei juuri muuttunut 15 minuutin jälkeen, mutta tropikamidilla (kuvio 16) 15 minuutin jälkeen mitatut akkommodaatiolaajuusarvot eri koehenkilöillä eivät ole yhtä yhteneväisiä keskenään kuin syklopeatolaatilla.



KUVIO 16. Akkommodaatiolaajuus tropikamidia käyttäen push-up -menetelmällä mitattuna

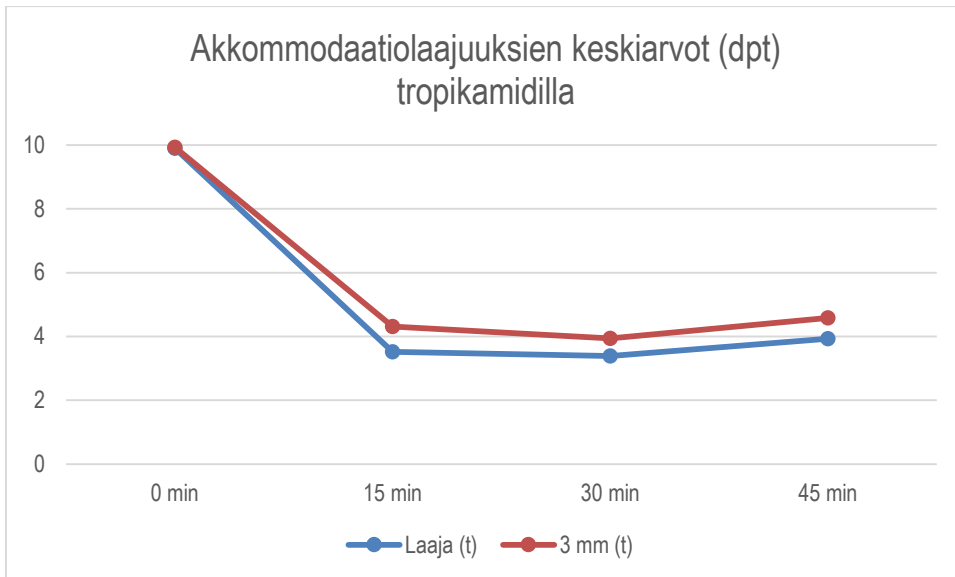


KUVIO 17. Akkommodaatiolaajuus syklopentolaattia käyttäen push-up -menetelmällä mitattuna

Poikkeuksena muusta testiryhmästä koehenkilöllä E havaittiin jäännösakkommodaation palautumista syklopentolaatti-testauksissa. Lisäksi koehenkilöiden F ja G tuloksissa ilmeni lievää palautumista, mutta ne saattavat olla subjektiivisessa testaamisessa esiintyvää vaihtelua. Tropicamidilla koehenkilöllä E jäännösakkommodaatio pieneni aina 45 minuuttiin saakka ja koehenkilöllä G ei esiintynyt akkommodaation palautumista. Koehenkilöllä E oli syklopentolaattitestissä myös suurin jäännösakkommodaatio 45 minuutin kohdalla, 3.00 ja 3.25 dioptriaa, kun koeryhmän keskiarvoinen tulos oli 1.67 dioptriaa. Sen sijaan tropicamidilla hänen arvonsa olivat keskiarvotulosta (3.90 dioptriaa) reilun yhden dioptrian verran pienempiä.

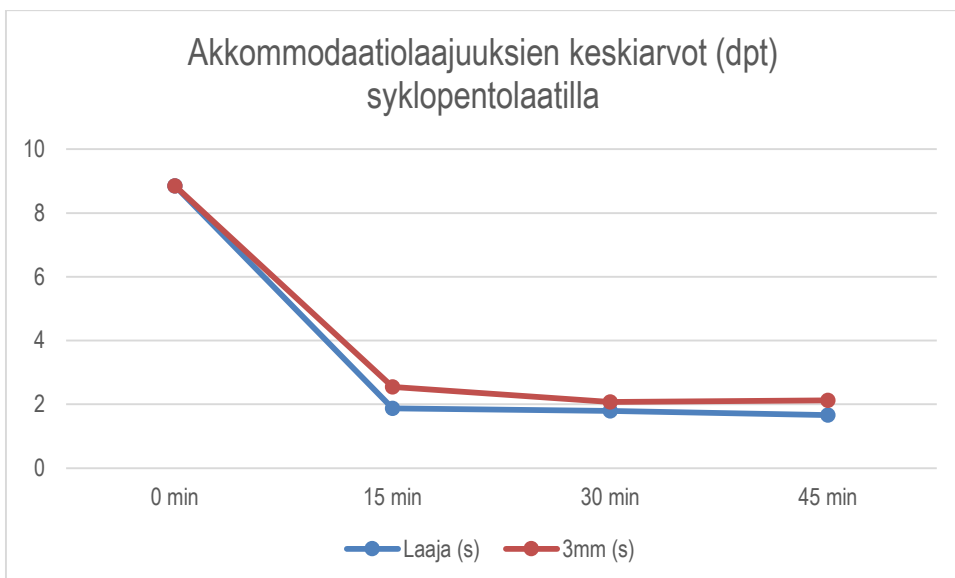
6.3 Akkommodaatiolaajuus pienellä mustuaisella

Seuraavissa kuvioissa esitellään akkommodaatiolaajuuksien keskiarvot laajalla ja pienemmällä keinotekoisella mustuaisella. Akkommodaatiolaajuus (kuviot 18 ja 19) kasvaa odotetusti syväte-rävyysvaikutuksen (kuvio 6) ansiosta.



KUVIO 18. Akkommodaatiolaajuuksien keskiarvot tropikamidilla

Akkommodaatiolaajuus tropikamidia käyttäen oli 0.80 dioptriaa suurempi syväterävyyssvaikutuksen johdosta 15 minuutin kohdalla. 30 minuutin kohdalla ero on 0.56 dioptriaa. 45 minuutin kohdalla akkommodaatiolaajuuden ero on keskimäärin 0.65 dioptriaa.



KUVIO 19. Akkommodaatiolaajuuksien keskiarvot syklopentolaatilla

Syklopentolaattia käyttäen erot akkommodaatiolaajuuksissa ovat vastaavasti 15 minuutin kohdalla 0.67 dioptriaa. 30 minuutin kohdalla ero on 0.29 dioptriaa ja 45 minuutin kohdalla on 0.46 dioptriaa. Erot näyttävät olevan siis hieman pienemmät syklopentolaattia käyttäessä kuin tropikamidia käyttäessä.

6.4 Objektiivinen refraktio

Autorefraktometrilla otettiin objektiivisia refraktiomittauksia jokaisella mittauskerralla neljä, joista tuloksiin poimittiin suurin plusarvo. Suurin plus viittaa akkommodaation minimiarvoon. Zadnikin (1992, 2325) mukaan autorefraktometrilla mittaaminen sykloplegiassa on toistettavuudeltaan hyvä ja luotettava. Muuttamalla autorefraktometrilla mitatut objektiiviset taittovirheet sfääriseen ekvivalenttimuotoon, pystymme vertailemaan taittovirheistä saatuja arvoja tarkemmin keskenään. Sfäärinen ekvivalenttivoimakkuus tarkoittaa voimakkuutta, joka saadaan lisäämällä puolet hajataitteisuuden määrästä sfääriseen voimakkuuteen (Korja 2008, 96). Hajataitteisessa silmässä sarveiskalvo tai mykiö ei ole pallon pinnan muotoinen eli sfäärinen eikä valo taitu yhteen pisteeseen verkkokalvolle. Tätä hajataitteisuutta voidaan korjata sylinterivoimakkuudella. (Korja & Saari 2011, 307–308.)

Sfääristen ekvivalenttiarvojen muutokset plussan suuntaan kuvaavat akkommodaation rentoutumista. Suurimmalla osalla koehenkilöistä muutokset arvoissa olivat kummallakin lääkeaineella 0.25–0.75 dioptrian luokkaa. Poikkeuksena olivat hyperooppi koehenkilö C sekä toiminnallinen emmetrooppi D. Henkilön C sfäärinen ekvivalentti kummassakin silmässä muuttui noin +1.00 dioptrian verran syklopentolaattia käyttäessä. Koehenkilöllä D muutokset olivat taas kummallakin lääkeaineella jopa yli +2.00 dioptrian verran.

Syklopentolaatilla yhdeksässä (9) silmässä saavutettiin suurimmat plusvoimakkuudet tai pienimmät miinusvoimakkuudet 15 minuutissa. Seitsemässä silmässä tämä maksimi-plustaso saavutettiin 30 minuutissa ja kahdessa 45 minuutin kohdalla. Kuudessa silmässä taso pysyi samana 15 minuutista 45 minuuttiin, kymmenessä silmässä ero oli enintään ± 0.25 dioptriaa ja kahden silmän muutokset olivat +0.50 ja +0.75 dioptriaa. Tropikamidilla maksimi-plustaso saavutettiin yhdessätoista (11) silmässä 15 minuutissa, viidessä silmässä 30 minuutissa ja kahdessa 45 minuutissa. Kolmesatoista (13) silmässä plustaso pysyi ± 0.25 dioptrian sisällä aikavälillä 15–45 minuuttia, neljässä silmässä refraktio muuttui 0.375–0.50 verran miinukseen päin ja yhdessä miinussiirtymä oli 0.75 dioptriaa.

6.5 Lea Numbers -näöntarkkuudet

Hieman yli puolet tutkituista silmistä saavutti parhaat näöntarkkuutensa syklopentolaatilla joko 30 tai 45 minuutin kohdalla. Kolmessa silmässä näöntarkkuus huononi lähtötilanteesta ja lisäksi koehenkilön A tulokset olivat melko vaihtelevia, koska muutoksia oli vuorotellen sekä parempaan että huonompaan suuntaan. Tropikamidia käytettäessä tuloksissa oli vaihtelua enemmän, sillä osalla koehenkilöistä näöntarkkuudet paranivat 15 minuutin kohdalla, mutta huononivat 30 ja 45 minuutin mittauksissa.

Suurimmalla osalla koehenkilöistä näöntarkkuus nousi noin rivin verran. Isoimmat muutokset olivat koehenkilöillä B, C ja D. Tropikamidilla ja syklopentolaatilla hyperoopin koehenkilön C näöntarkkuus nousi huomattavasti, vaihtelut olivat yli kahdesta rivistä yli neljään riviin. Myoopilla koehenkilöillä B näöntarkkuus parani tropikamidikokeessa reilun rivin ja syklopentolaatilla yli neljä riviä. Koehenkilöllä D näöntarkkuusmuutokset olivat päinvastaiset lääkeaineiden kesken, sillä syklopentolaatilla nousu oli yli kaksi riviä ja tropikamidilla näöntarkkuus huononi noin kahden rivin verran.

6.6 Koehenkilöiden silmänpaineet

Koehenkilöiden silmänpainearvoissa ennen lääkeaineiden laittamista ja noin 50 minuuttia lääkeaineiden tiputtamisen jälkeen ei tapahtunut juuri muutosta. Suurin osa muutoksista oli yhden elohopeamillimetrin (mmHg) luokkaa. Tropikamidi-tutkimuksessa suurin paineen nousu oli 3 mmHg. Tämä oli henkilön A oikean silmän paineen muutos. Kahdessa silmässä muutos oli 2 mmHg ylöspäin. Joillakin henkilöillä arvot olivat jopa alentuneet ensimmäisen mittauksen jälkeen.

Syklopentolaattia käyttäessä suurin paineen nousu oli 4 mmHg. Tämä oli koehenkilön E vasemmassa silmässä. Kahdessa muussa silmässä paine nousi 3 mmHg. Suurimmassa osassa silmistä paineen muutos oli tälläkin aineella yhden elohopeamillimetrin luokkaa. Osalla koehenkilöistä arvot alentuivat myös näissä mittauksissa. Henkilöllä A, jolla silmänpaineet nousi tropikamidia käyttäessä, ne laskivat syklopentolaattia käyttäessä kummassakin silmässä 3 mmHg.

6.7 Tippalääkkeistä palautuminen

Tropikamidi-testauksessa koehenkilöiden akkommodaatio palautui saman illan aikana normaaliksi. Mustuaisten koko normalisoitui 12 tunnin kuluessa. Osalla koehenkilöistä mustuaiset olivat palautuneet normaaleiksi jo illalla ennen nukkumaan menoa, mutta kaikilla kuitenkin viimeistään aamuun mennessä.

Syklopentolaattia käyttäessä suurimmalla osalla koehenkilöistä akkommodaatio ei toiminut vielä saman illan aikana normaalisti. Yksi heistä kuvaili, ettei akkommodaatio ollut palautunut vielä juuri ollenkaan kuuden tunnin kuluttua tippojen laitosta käydessä nukkumaan. Yhdellä henkilöllä näkö toimi lähes normaalisti jo kolmen tunnin kuluttua tippojen laitosta. Kaikilla koehenkilöillä pupillien koko normalisoitui aikaisintaan vuorokauden sisällä. Yhdellä koehenkilöllä pupillien koko alkoi palautua vasta yhden ja puolen vuorokauden kuluttua tippojen laitosta. Täysin normalisoituneet ne olivat, kun aikaa oli kulunut lähes kaksi vuorokautta.

7 TULOSTEN YHTEENVETO

Tutkimuksemme tutkimusjoukko on niin pieni, etteivät sen tulokset sellaisenaan ole yleistettävissä. Syklopentolaatilla ja tropikamidilla mustuaisen laajenemisaste oli yhtäläinen ja laajenemisen nopeus oli identtinen. Tropikamidin käyttöä puoltaa se, ettei se aiheuta yhtä pitkäkestoisia häiriöitä näkemisessä kuin syklopentolaatti. Lisäksi mustuaisen palautuminen lääkeaineen vaikutuksesta on tropikamidia käyttäessä huomattavasti nopeampi. Täten tulosten mukaan tropikamidin ja puudutteen yhdistelmä on paras tapa mustuaisen laajentamiseen.

Molemmilla valmisteilla saavutettiin akkommodaatiolaajuuden minimiarvo noin viidentoista minuutin kohdalla. Tropikamidilla akkommodaatiokyky pyrki palautumaan kahdessa kymmenessä silmässä 30 minuutin jälkeen, mutta syklopentolaatilla ei vastaavaa pääosin havaittu, sillä viidentoista minuutin jälkeen tehdyt mittaukset eivät tuoneet tuloksiin merkittäviä muutoksia. Tropikamidilla mitattu keskiarvoinen jäännösakkommodaatio oli 3.39 dioptriaa ja syklopentolaatilla 1.67 dioptriaa, eli valmisteiden aiheuttamassa sykkloplegiassa on eroja.

Mustuaisen laajeneminen näyttää olevan melko täydellinen indikaattori kuvaamaan myös samanaikaisesti tapahtuvaa akkommodaatiomuutosta. Mustuainen saavuttaa maksimilaajuutensa viidentoista minuutin kohdalla ja samaan aikaan myös akkommodaatiolaajuus saavuttaa minimiarvonsa. Mustuaisen laajenemisasteen ja silmien värin välille emme tällä määrällä koehenkilöitä saaneet yhtenevyyttä. Laajimmat ja pienimmät mustuaiset mitattiin koehenkilöiltä, joiden silmien värit arviointiin koetilanteissa vaaleimmiksi. Myöskään mahdollinen ikääntymisen vaikutus tuloksiin ei tule esiin tällä tutkimusjoukolla.

Koetilanteissa testattiin myös mahdollisen syväterävyysalueen merkitystä jäännösakkommodaatiomittauksessa. Tutkimuksemme teoreettisesta viitekehystä käy ilmi, että syväterävyysalue kaventuu mustuaisen kasvaessa. Voisi siis olettaa, että osa jäännösakkommodaation muutoksesta on syväterävyysalueen pienenemisestä johtuvaa. Keinotekoisesti kolme millimetriä halkaisijaltaan olevan kaihtimen avulla saadut tulokset ovat kuitenkin hyvin linjassa tavanomaisten akkommodaatiomittauksien kanssa. Syväterävyysalueen kasvu pienemmän mustuaisen kanssa oli enimmäkseen keskimäärin 0.80 dioptriaa. Tämä osoittaa lääkeaineiden aiheuttaman sykkloplegian olleen aito.

Lea Numbers -näöntarkkuustulokset +1.50-etulasilla kertovat akkommodaation relaxoitumisesta. Näöntarkkuuden paraneminen lääkeaineen vaikutuksessa kertoo hyperoppien kohdalla latentista hyperopiasta (Saari & Korja 2011, 304). Tästä hyvänä esimerkkinä toimii koehenkilö C, jonka näöntarkkuus +1.50-etulasilla nousi selvästi molempien lääkeaineiden vaikutuksessa. Myoopeilla näöntarkkuuden paraneminen kertoo joko akkommodaatiospasmista tai siitä, että silmälaseissa on miinusvoimakkuutta liikaa. Silmälaseissa voi olla liikaa miinusta myöskin vaikka näöntarkkuus +1.50-etulasin kanssa ei paranisi tippojen vaikutuksesta, mutta tällöin näöntarkkuus olisi ennen tippoja parempi kuin oletettu arvo.

Tutkimuksen perusteella lääkeaineet saavuttavat maksimivaikutuksensa mustuaisen laajenemisessa ja sykloplegiassa käytännössä viidessätoista minuutissa lääkeaineiden tiputtamisen jälkeen. Optikon on syytä ottaa huomioon tähän kuluva aika, jos hän aikoo käyttää mydriaatti-sykloplegivalmistetta näöntutkimuksessa. Jos asiakas on tutkimuhuoneen ulkopuolella odottamassa lääkeaineiden vaikutusta, aikaa tulisi varata ainakin viisitoista minuuttia tavallista enemmän. Toki varatta-vaan aikaan vaikuttaa myös se, pystyykö optikko hyödyntämään odotteluajan asiakkaan kanssa.

8 POHDINTA

Analysoimme paneeliasetelmaa hyödyntävän kokeellisen tutkimuksen pääosin kvantitatiivisin menetelmin. Tutkimuksessa oli mukana aineistotriangulaation keinoja, sillä tutkimusmateriaaleissa oli kvantitatiivisten aineistojen lisäksi myös kvalitatiivista sisältöä. Tavoitteenamme oli tuottaa tietoa käytetyn koeasetelman soveltuvuudesta laajemman vertailevan tutkimuksen toteuttamiseksi.

Tutkimuksessa selvitettiin tropikamidin ja syklopentolaatin vaikutusten eroja ja yhtäläisyyksiä. Aineet laajensivat mustuaiset yhtä nopeasti sekä yhtä suuriksi. Myös sykloplegia saavutti maksiminsa kummallakin lääkeaineella yhtä nopeasti. Syklopentolaatin aiheuttama sykloplegia oli odotetusti voimakkaampi kuin tropikamidilla. Syklopentolaatin vaikutukset kestivät myös selvästi pidempään kuin tropikamidin, sillä mustuainen pysyi pidempään laajana ja sykloplegiavaikutus oli pidempiaikainen. Koska valmisteet saavuttivat maksimivaikutuksensa noin viidentoista minuutin kuluessa, optikon tulisi varata asiakkaalle vähintään tämän verran enemmän aikaa vastaanottokäyntiä varten.

8.1 Tulosten tarkastelu

Tässä tutkimuksessa saadut tulokset ovat monelta osin yhteneväisiä teoreettisessa viitekehyksessä esitetyn teorian kanssa (Andrew 2006, 54; Connor & Chang 2006, 441; Milder & Rubin 2004, 60; Olver & Cassidy 2005, 31; Ylitalo, Salminen ja Huupponen 2011, 432). Connorin ja Changin (2006, 441) mukaan tropikamidilla voidaan saavuttaa alle kahden dioptrian jäännösakkommodaatio silloin, kun 1 % lääkeainetta annostellaan toinen tippa viiden minuutin kuluttua ensimmäisen tipan annostelusta. Tropikamidin osalta tässä tutkimuksessa keskimääräinen jäännösakkommodaatio oli 3.39 dioptrian eli yli yhden dioptrian verran enemmän kuin tämä kirjallisuudessa esitetty arvo. Syklopentolaatilla saavutettu keskiarvoinen jäännösakkommodaatio oli 1.67 dioptrian, kun se Connorin ja Changin (2006, 441) mukaan on 1.50 dioptrian.

Olverin ja Cassidy (2005, 31) mukaan molemmat lääkeaineet saavuttavat maksimivaikutuksensa 20–30 minuutissa. Tämän tutkimuksen koetilanteissa maksimivaikutus syklopentolaatilla sekä tropikamidilla saavutettiin hieman nopeammin, keskiarvoisesti jo viidentoista minuutin kohdalla. Teo-

riatiedon (Connor & Chang 2006, 441; Milder & Rubin 2004, 60) mukaan sykloplegia ei ole tropikamidilla 35 minuutin kohdalla enää luotettava. Tämän huomasimme myös tutkimuksen tuloksissa, sillä tropikamidin vaikutuksissa esiintyi lievää akkommodaation palautumista viimeisten mittaussarjojen kohdalla. Lisäksi tropikamidin ja syklopentolaatin tuloksia (kuviot 16 ja 17) vertailemalla käy hyvin ilmi viitekehyksessä esitetty väite (Connor & Chang 2006, 441) tropikamidin aiheuttamasta vaihtelevasta määrästä sykloplegiaa. Syklopentolaatin aiheuttama sykloplegia (kuvio 17) pysyi lähes muuttumattomana viidentoista minuutin jälkeen tehdyissä mittauksissa. Saman toteavat myös Connor ja Chang (2006, 441), sillä heidän mukaansa sykloplegia on huipussaan 25–75 minuutin ajan tippojen annostelusta.

Olverin ja Cassidy'n (2005, 31) tulokset lääkeaineiden vaikutuksista on ilmoitettu käyttämällä tropikamidista 1 % pitoisuutta ja syklopentolaatista 0,5 % ja 1 % pitoisuuksia. Connor ja Chang (2006, 441) käyttävät puolestaan tropikamidista 0,5 % ja 1 % pitoisuuksia ja syklopentolaatista 0,5 %, 1 % ja 2 % pitoisuuksia. Näissä lähteissä esiintyvät tulokset antavat viitteitä siitä, ettei lääkeaineen pitoisuus vaikuta siihen, missä ajassa maksimivaikutus saavutetaan. Tässä tutkimuksessa käytettiin kummastakin lääkeaineesta 0,5 % pitoisuutta, ja huomion arvoista onkin, että lääkeaineen maksimivaikutus saavutettiin silti jo viidessätoista minuutissa. Näin ollen koetilannetta vastaavissa olosuhteissa tämä pienempikin pitoisuus olisi riittävä, sillä lääkeaineita käyttäessä ihanteellista on, että asiakkaalle aiheutetaan mahdollisimman vähän näkö- ja sivuoireita.

Kirjallisuuden mukaan (Connor & Chang 2006, 441; Olver & Cassidy 2005, 31) palautuminen tropikamidin vaikutuksista tapahtuu kuuden tunnin kuluttua ja syklopentolaatista vuorokauden sisällä. Koska tämän tutkimuksen kokeilut tehtiin illalla, eivät koehenkilöt pystyneet täsmällisesti arvioimaan palautumisaikaa lääkeaineista. Mustuaisen palautuminen syklopentolaatin osalta voitiin arvioida tarkemmin ja kirjallisuudesta poiketen se kesti jopa lähes kaksi vuorokautta. Kirjallisuudessa esitettyjen tuloksien yhteydessä ei käy ilmi, onko niissä käytetty puudutetta ennen mydriaatti-sykloplegin annostelua. Siksi olisi mielenkiintoista tietää minkä verran tämän tutkimuksen koetilanteissa käytetty pintapuudute tehosti lääkeaineiden vaikutusta.

TAULUKKO 5. Kirjallisuuden ja tutkimustulosten vertailua

	Connor & Chang (2006, 441)	Olver & Cassidy (2005, 31)	Tutkimustulokset
Lääkeainepitoisuus			
- syklopentolaatti	0,5 % - 2 %	0,5 % -1 %	0,5 %
- tropikamidi	0,5 % - 1 %	1 %	0,5 %
Jäännösakkommodaatio			
- syklopentolaatti	1.50 dpt		1.67 dpt
- tropikamidi	< 2.0 dpt (1 %)		3.39 dpt
Maksimivaikutusnopeus			
- syklopentolaatti		20–30 min	n. 15 min
- tropikamidi		20–30 min	n. 15 min
Palautuminen			
- syklopentolaatti	24 h	24 h	max. 48 h
- tropikamidi	6 h	24 h	max. 6-12 h

8.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen kokonaisluotettavuutta voidaan arvioida reliabiliteetin ja validiteetin avulla (Vilka 2007, 152). Reliabiliteetti tarkoittaa tutkimuksen kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Validiteetti arvioi miten hyvin on onnistuttu mittaamaan juuri sitä mitä oli tarkoituskin. (Heikkilä 2008, 186–187.)

Parantaaksemme tämän tutkimuksen luotettavuutta täydensimme kokeellisen tutkimuksen tulossarjat ehyiksi, niin että sekä syklopentolaatilla että tropikamidilla tutkittiin samoja ja yhtä montaa koehenkilöä. Luotettavuutta paransivat myös koetilanteiden huolelliset esitestaukset. Nämä vähensivät tuloksissa esiintyvien systemaattisten virheiden mahdollisuuksia. Erilaiset mittaus- ja käsittelyvirheet aiheuttavat satunnaisvirheitä, jotka heikentävät tutkimuksen reliabiliteettia (Heikkilä 2008, 187). Tutkimuksen tulosten kirjaamisissa esiintyi joitakin mielestämme epäloogisia arvoja, jotka saattavat olla käsittelyvirheitä. Niitä oli kuitenkin huomattavan vähän ja ne eivät juuri vaikuttaneet

lopputuloksiin. Näin ollen niiden aiheuttama reliabiliteetin heikentyminen on vähäinen. Puutteita tulosten taulukoinneissa ei juuri ollut, sillä ainoastaan koehenkilön I akkommodaatiolaajuusarvot mitattuna kolmen millimetrin kaihtimella puuttuvat.

Akkommodaatiolaajuuden mittaaminen RAF-sauvalla vei paljon aikaa. Mittaukseen seuraavana tuleva koehenkilö joutui odottamaan hetken vuoroaan, koska käytössä oli vain yksi RAF-sauva. Tästä syystä muut mittaukset venyivät hieman aikataulustaan. Jos vastaavia koetilanteita järjestetään uudelleen, tämä kannattaa ottaa huomioon esimerkiksi muuttamalla koetilanteen aikataulutusta tai lisäämällä RAF-sauvojen ja avustajien määrää. Tippojen vaikutusten tutkiminen ja mittaaminen on edelleen järkevää viidentoista minuutin välein, mutta lääkaineiden annostelun aikataulua voisi pitää väljempänä, niin että aikaväli on aina vähintään kymmeneen minuuttia.

Teoriassa kokeilun mittaukset tehtiin 15, 30 ja 45 minuutin välein. Käytännössä on kuitenkin mahdotonta tutkia mustuaisen laajentumista, objektiivista refraktiota, akkommodaatiolaajuutta kahdella eri mustuaiskoolla ja näöntarkkuutta tismalleen yhtä aikaa. Mustuaisen halkaisija ja objektiivinen refraktio saatiin kyllä yhdellä laitteella, mutta akkommodaatiolaajuuteen ja näöntarkkuuksien mittaamiseen kului enemmän aikaa. Kokeilun eri testejä ei tehty aina samassa järjestyksessä. Reliabiliteettia voitaisiin siis parantaa merkitsemällä ylös kaikkien testien todelliset mittausajat jokaisen koehenkilön kohdalla. Akkommodaatiolaajuus ja mustuaisen laajentuminen olivat kokeellisen tutkimuksen päämuuttujat, joten niiden mittaukset tulisi tehdä ensimmäisenä.

Push-up -menetelmällä mitatut arvot riippuvat pitkälti siitä, miten koehenkilö ymmärtää testin ohjeistuksen, eli tekstin tuomisen lähemmäs silmiä siihen kohtaan, jossa teksti alkaa sumentua. Yksi yllättävä asia kävi ilmi verrattaessa tropikamidi- ja syklopentolaattikokeilujen lähtötilanteiden akkommodaatiolaajuuksia ennen tippojen annostelua. Ennen tropikamiditippoja koehenkilöiden keskiarvoinen akkommodaatiolaajuus oli 9.90 dioptrian, kun se syklopentolaattitippoja ennen oli noin yhden dioptrian pienempi, 8.84 dioptrian. Tropikamidikokeilu tehtiin yhdeksästä koehenkilöstä kahdeksalle ennen syklopentolaattikokeilua. Tässä toisessa kokeilussa koehenkilöt ovat saattaneet suhtautua kriittisemmin push-up -testissä antamiinsa vastauksiin, koska testi ja menetelmä olivat jo tuttuja aiemmalta kerralta. Samankaltaisen ilmiön voi huomata myös koehenkilön C tuloksissa, vaikka hän oli ainoa, jolle testattiin ensin syklopentolaattia ja vasta sen jälkeen tropikamidia: toisen kokeilun akkommodaatiolaajuuden lähtöarvot olivat pienempiä.

8.3 Tutkimuksen eettisyys

Ihmisarvon kunnioittamista pidetään ihmistieteissä tutkimuksen lähtökohtana ja itsemääräämisoikeudella annetaan ihmisille mahdollisuus päättää halukkuus tutkimukseen osallistumisesta. Myös henkilöiden suostumus tutkimukseen on hankittava ennen tutkimusta. (Hirsjärvi ym. 2014, 25.) Kaikki kokeellisen tutkimuksen koehenkilöt olivat itse ilmoittautuneet vapaaehtoisiksi ja jo ilmoittautumisvaiheessa heillä oli tiedossa mitä lääkeaineita heille annostellaan. Lääkeaineiden annostelun turvallisuus varmistettiin esitietokyselyllä ja kammiokulman sulkeutumisriskin arvioinnilla. Kaikilta koehenkilöiltä pyydettiin kirjalliset suostumukset tutkimustulosten analysoimiseen tässä opinnäytetyössä, jossa heidän yksityisyyttään suojeltiin nimeämällä heidät eri kirjaintunnuksilla. Myös yhteistyösopimus ja tutkimusluvut allekirjoitettiin yhteistyökumppanimme Opti-Silmä Oy:n Mikko Järvisen kanssa.

Tutkimuksen puutteet on tuotava esiin eikä tuloksia saa yleistää ilman perusteluja (Hirsjärvi ym. 2014, 26). Alusta asti oli tiedossa, että tutkittavana olevan kokeellisen tutkimuksen tulokset eivät ole yleistettävissä pienen tutkimusjoukon takia. Tämän toimme selkeästi esiin jo työn tiivistelmässä. Myös käsittely- ja satunnaisvirheet on tuotu esiin tutkimuksen tuloksissa ja pohdinnassa. Olemme noudattaneet lähteiden osalta asianmukaista viittaustapaa ja lähdeluettelointia, koska lainaukset on esitettävä lähdemerkinnöin (Hirsjärvi ym. 2014, 26). Myös kokeellisen tutkimuksen sekä oman tutkimuksemme tutkimusmenetelmät on esitetty totuudenmukaisesti.

8.4 Omat oppimiskokemukset ja jatkotutkimushaasteet

Opinnäytetyöprosessin aikana olemme kehittyneet tutkimuksen tekijöinä. Opimme erilaisten tutkimusmetodologioiden hyödyntämisestä ja siitä, mitä kliinisen koetilanteen järjestämisessä tulee ottaa huomioon. Parityönä toteutettu tutkimus kehitti ryhmätyötaitojamme ja yhteistyökumppanin mukanaolo toi tutkimuksen tekemiseen työelämälähtöistä näkökulmaa. Opinnäytetyön tekeminen oli haastavaa, mutta antoisaa. Aikataulujen sovittaminen yhteen toi omat haasteensa tutkimuksen loppuun saattamiselle ja osa työn vaiheista venyi alkuperäisestä aikataulusuunnitelmasta. Saimme kuitenkin työmme valmiiksi ennalta sovitussa ajassa, vaikka se vaati kirjoitustyön loppuvaiheessa hyvin tiivistä työskentelyä.

Tutkimuksen teoreettista viitekehystä laatiessamme syvennyimme hermoston toimintaan sekä lääkeaineisiin ja niiden vaikutusmekanismeihin hermoston kautta. Ennen kaikkea tämän tutkimuksen tekeminen antoi meille paljon eväitä jatkoa varten, sillä optometrian alan muuttuessa kliinisempään suuntaan on varmaa, että pystymme hyödyntämään oppimaamme myös työelämässä. Myös ammattisanasto sekä suomeksi että englanniksi kehittyi tutkimustyön aikana.

Opinnäytetyöprosessi oli ajatuksia herättävä. Pohdimme diagnostisten lääkeaineiden käyttöä esimerkiksi historian kannalta, sillä Suomessa optikot ovat tehneet silmälasimääräyksiä ilman lääkkeitä vuosikymmeniä. On aiheellista todeta, että näinkin on voitu tehdä onnistuneesti refraktion määrityksiä useiden vuosien ajan. Kyseenalaistaa voi siis ainakin viitekehyksessä esiintyneen väitteen (s. 28) lääkeaineiden käytön tärkeydestä alkavan ikänäköisen refraktion tutkimisessa. Näin ollen lääkeaineiden aiheuttama mustuaisen laajentuminen on optikon työssä ehkä merkittävämpi kuin syklopleginen vaikutus, koska se antaa optikoille lisää mahdollisuuksia tutkia silmää, silmän rakenteita ja toimintaa laajemmin. Sykloplegialla on silti merkityksensä, sillä optikon ei esimerkiksi tarvitse lähettää asiakastaan silmälääkärille akkommodaatiospasmin takia.

Tämän tutkimuksen pohjalta voisi suunnitella vastaavaa kokeellista tutkimusta laajemmassa mittakaavassa, jolloin lääkeaineiden vaikutusten eroja ja yhtäläisyyksiä pystyttäisiin vertaamaan yleisemminkin. Tällainen tutkimus on kuitenkin liian laaja opinnäytetyöksi. Olisi myös mielenkiintoista tutkia, minkä verran silmän pintapuudutteen käyttö tehostaa lääkeaineiden vaikutusta. Tämän voisi suorittaa niin, että jokaiselle koehenkilölle laitettaisiin oikeaan silmään puudute- ja mydriaatti-sykloplegi-tippa, kun vasempaan annosteltaisiin vain mydriaatti-sykloplegi. Lääkeaineiden vaikutuksista voisi myös tehdä systemaattisen kirjallisuuskatsauksen kartoittaen ja vertaillen eri pitoisuuksilla saatuja tuloksia.

LÄHTEET

Airaksinen, P. J. & Tuulonen, A. 2011. Glaukooma. Teoksessa Saari, K. M. (toim.) Silmätautioppi. 6. painos. Keuruu: Kandidaattikustannus Oy.

Amos, J. & Wickum, S. 2008. Cycloplegic Refraction. Teoksessa Bartlett, J. & Jaanus, S. (toim.): Clinical Ocular Pharmacology. 5. painos. St. Louis Missouri: Butterworth Heinemann Elsevier. 343–348.

Andrew S. 2006. Pharmacology. Teoksessa Marsden J. (toim.): Ophthalmic Care. Chichester/West Sussex: Whurr Publishers Limited. 42–65.

Bartlett, J. & Than, T. 2008. Local Anesthetics. Teoksessa Bartlett, J. & Jaanus, S. (toim.): Clinical Ocular Pharmacology. 5. painos. St. Louis Missouri: Butterworth Heinemann Elsevier. 85–95.

Batterbury, M., Bowling, B. & Murphy, C. 2009. Ophthalmology. 3rd edition. Churchill Livingstone.

Benjamin, W. J. & Borish, I. M. cop. 2006. Borish's Clinical Refraction. 2nd ed. St. Louis, Mo: Butterworth-Heinemann/Elsevier.

Cavasso, J. 2013. Adrenergic Drugs. Healthline. Viitattu 25.5.2015, <http://www.healthline.com/health/adrenergic-drugs#Overview1>.

Ciuffreda, K. J. 2006. Accommodation, the Pupil, and Presbyopia. Teoksessa Benjamin, W. J. & Borish, I. M. Borish's Clinical Refraction. 2nd ed. St. Louis, Mo: Butterworth-Heinemann/Elsevier. 93–144.

Connor, G. & Chang, F. 2006. Pharmacology and Refraction. Teoksessa Benjamin, W. J. & Borish, I. M. Borish's Clinical Refraction. 2nd ed. St. Louis, Mo: Butterworth-Heinemann/Elsevier. 432-484.

Denzin, N. K. 1970. The Research Act. Chicago: Aldine.

Eyeson-Annan, M., Hirst, L., Battistutta, D. & Green, A. 1993. Comparative Pupil Dilation Using Phenylephrine Alone or in Combination with Tropicamide. Abstract. Missouri: Elsevier Inc. Viitattu: 1.9.2015. <http://www.aaojournal.org/article/S0161-6420%2898%2994030-1/fulltext>.

Fimea 2015. Lääkehaku (FimeaWeb) hakutulokset. Viitattu 11.10.2015. <http://www.fimea.fi/laake-tieto/laakehaku>.

Grosvenor, T. 2007. Primary Eye Care. Butterworth-Heinemann. 5th edition. Elsevier. St. Louis. https://books.google.fi/books?id=uEmQK-PAOwccC&pg=PA99&hl=fi&source=gbs_toc_r&cad=2#v=onepage&q=tropicamide&f=false.

Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. 7. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2014. Tutki ja kirjoita. Porvoo: Bookwell Oy.

Hytönen, S. & Niemelä, A. 2012. Diagnostisten lääkeaineiden käyttökoulutuksen vaikutus optikon toimenkuvaan. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Hyvärinen, L. 2001. Silmät ja näkeminen. Glaukoomat. Verkko-versio, päivitetty 2001. Viitattu 16.9.2015. <http://www.lea-test.fi/su/silmat/index.html>.

Johnson&Johnson Vision Care. 2008. Clinical Decision Making V: Intraocular Pressure and Tonometry. Viitattu 16.9.2015. http://www.optometry.co.uk/uploads/articles/C-101_1.pdf.

Jyväskylän yliopisto. Määrällinen tutkimus. Viitattu 21.4.2015. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/metelmapolkuja/metelmapolku/tutkimusstrategiat/maarallinen-tutkimus>.

Järventausta, H., Moisala, M. & Toivakka, S. 1999. Tutkimalla oppii. Porvoo: WSOY.

Kajaanin ammattikorkeakoulu 2015. Selittävä ja kokeellinen tutkimus. Viitattu 23.4.2015 <http://www.kamk.fi/opari/Opinnaytetyopakki/Teoreettinen-materiaali/Tukimateriaali/Tutkimustyy-pit/Selittava>

Kivelä, T. 2011. Silmän rakenne ja toiminta. Teoksessa Saari, K. M. (toim.) Silmätautioppi. 6. painos. Keuruu: Kandidaattikustannus Oy. 11–36.

Koivu, T. & Lehvonen, O. 2013. Onko koolla väliä? : tutkimus pupillin halkaisijan vaikutuksesta refraktioon. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Kulju, I. & Reinilä, E. 2014. Optikko silmien terveydentilan tutkijana : Kyselytutkimus diagnostisten lääkeaineiden käyttökoulutuksen suorittaneille optikoille. Oulun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Korja, T. 2008. Silmälasien määrääminen. Helsinki: Kirjapaino Keili Oy.

KvantiMOTV- Menetelmäopetuksen tietovaranto 2009. Tutkimusasetelma. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 23.4.2015. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/tutkimus/asetelma.html>.

Laaka, V. 1980. Silmän rakenne. Teoksessa Larmi, T. (toim.) Silmäoptiikan käsikirja. Helsinki: Instrumentarium Oy:n silmälaboratorio, 7-29.

Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 28.6.1994/559.

Launonen, H. & Turpeinen, T. 2011. Ei tippa tapa?: diagnostiset lääkeaineet optikon käytössä. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Lea-Test Ltd. 2012. Lea Numbers, Valolaatikossa käytettävät testit. Viitattu 16.9.2015. <http://www.lea-test.fi/index.html?start=su/nakotest/instruct/2701/index.html>.

Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lätti, S. 2008. Anatomia + Fysiologia Rakenteesta toimintaan. Hermoston rakenne ja autonominen hermosto. WSOY Oppimateriaalit Oy.

Marsden, J. & Spence D. M. 2006, 33. Optics. Teoksessa Marsden J. (toim.): Ophthalmic Care. Chichester/West Sussex: Whurr Publishers Limited. 20–43.

Metropolia 2015. Opinto-opas. Optometria. Viitattu 14.5.2015, <http://opinto-opas-ops.metropolia.fi/index.php/fi/88094/fi/70309/SXE15S1/year/2015>.

Metsämuuronen, J. 2005. Kokeellisen tutkimuksen perusteet ihmistieteissä. Helsinki: International Methelp.

Milder, B. & Rubin, M.L. 2004. The Fine Art of Prescribing Glasses Without Making a Spectacle of Yourself. 3. painos. Gainesville: Triad Publishing Company.

Mondal, B. 2013. Slit-lamp Biomicroscopy in Primary Eye Care. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers.

Nurminen, M-L. 2012. Lääkehoito. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Olver, J. & Cassidy, L. 2005. Ophthalmology at a Glance. Malden: Blackwell Science Ltd.

Optometrian eettinen neuvosto 2014. Hyvä optikon tutkimuskäytäntö -ohjeistus.

Optometrists Association Australia 2013. Clinical Guideline – Pupil Dilation. Viitattu 10.10.2015. http://www.optometry.org.au/media/274917/clinical_guideline_pupil_dilation.pdf.

Oulun ammattikorkeakoulu 2015. Koulutus. Optometristi (AMK). Viitattu 14.5.2015, <http://www.oamk.fi/fi/koulutus/amk-tutkintoon-johtava-koulutus/optometristi/>.

Pfizer 2010. Glaukooma. Viitattu 25.5.2015, <http://www.glaukooma.com/glaukooma.html>.

Remington, L. A. 2012. Clinical Anatomy and Physiology of the Visual System. Third Edition. Missouri: Elsevier Butterworth Heinemann.

Roorda, A. 2012. A Review of Optics. University of Houston College of Optometry. Viitattu 8.3.2015, http://www.powershow.com/view1/1fdc2d-ZDc1Z/A_Review_of_Optics_powerpoint_ppt_presentation.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. Sisällönanalyysi. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 10.10.2015.

http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L7_3_2.html.

Saarela, M. 2012. Tippa silmässä : diagnostisten lääkeaineiden käyttökoulutuksen hyödyllisyys optikon ammatissa. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Saari, K. M. & Korja, T. 2011. Silmän refraktio ja akkommodaatio. Teoksessa Saari, K. M. (toim.) Silmätautioppi. 6. painos. Keuruu: Kandidaattikustannus Oy. 301–322.

Schuenke, M., Schulte, E. & Schumacher, U. cop. 2011. Thieme Atlas of Anatomy : Head and Neuroanatomy. Rev. Latin Nomenclature ed. Stuttgart: Thieme.

Shaw, M. E. 2006. Examination of the Eye. Teoksessa Marsden J. (toim.): Ophthalmic Care. Chichester/West Sussex: Whurr Publishers Limited. 42–65.

Snell, R. S. & Lemp, M. A. 1998. Clinical Anatomy of the Eye. 2nd ed. Malden: Blackwell

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääkkeen määräämisestä 2.12.2010/1088

Liitteet 1–4: STMa lääkkeen määräämisestä

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääkkeen määräämisestä 2.12.2010/1088. Hallinnonala: Sosiaali- ja terveysministeriö, Voimaantulo: 01.01.2011

Suomen Optinen Toimiala. 2011. Optikot ensimmäisinä. Viitattu 8.3.2015, <http://www.optometria.fi/medialle/tiedotteet/optikot-ensimmaisina.html>.

Suomen Optinen Toimiala. 2013. Optinen ala vastaa julkiseen keskusteluun: Optikoilla on lakisääteinen velvollisuus varmistaa silmien terveydentila. Viitattu 23.2.2015, <http://www.optometria.fi/etusivu/optinen-ala-vastaa-julkiseen-keskusteluun-optikoilla-on-lakisateinen-velvollisuus-varmistaa-silmien-terveydentila.html>.

Suomen Optinen Toimiala 2015. Optometristin työnkuva. Viitattu 27.1.2015, <http://www.optometria.fi/info/alan-tutkinnot/optometristi.html>.

Terveyskirjasto. 2015. Adrenerginen. Viitattu 8.3.2015, http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=Ilt00027&p_haku=adrenerginen.

Terveyskirjasto. 2015. Kolinerginen. Viitattu 8.3.2015, http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=Ilt01687.

Trattler, W., Kaiser, P. & Friedman N. 2012. Review of Ophthalmology. 2nd edition. Elsevier Saunders.

Trusit, D. 2004. Automated Refraction Design and applications. Viitattu 16.9.2015. http://www.optometry.co.uk/uploads/articles/ae331f5e9f3c12ab8e23e345f22b45d4_dave20040604.pdf.

Valli, R. 2007. Parivertailu. Teoksessa Aaltola, J. & Valli, R. 2007. Ikkunoita tutkimusmetodeihin. virikkeitä aloittelevalle tutkijalle / I, Metodin valinta ja aineiston keruu. 2. korjattu ja täydennetty painos. Jyväskylä: PS-kustannus. 139–150.

Valtioneuvoston asetus lääkkeen määräämisen edellyttämästä koulutuksesta 1089/2010, 8§.

Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa: määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Tammi.

Virtuaali ammattikorkeakoulu 2007. Kvantitatiivisen tutkimuksen perusteet. Viitattu 20.4.2015. <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/0709019/1193463890749/1193464131489/1194289328583/1194289824724.html>.

Winn, B., Whitaker, D., Elliot, D. B. & Phillips, N. J. 1994. Factors affecting light-adapted pupil size in normal human subjects. Viitattu 8.3.2015, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=8125724>

Ylitalo, P., Salminen, L. & Huupponen R. 2011. Silmätautien kliininen farmakologia. Teoksessa Saari, K. M. (toim.) Silmätautioppi. 6. painos. Keuruu: Kandidaattikustannus Oy. 423-438.

Zadnik, K. 1997. The Ocular Examination. Measurements and Findings. Philadelphia: W.B. Saunders Company.

Julkaisemattomat lähteet

Oulun ammattikorkeakoulu 2014. Näönhuollon luentomuistiinpanot.

Tast, P. 2015. Kysymys luennostasi 8.10. Toimitusjohtaja, Suomen Optinen Toimiala. Sähköposti-
viesti 29.10.2015.

Hyvä vastaanottaja,

Olet ollut mukana Opti-Silmässä tehdyissä diagnostisten lääkeaineiden käyttötutkimuksissa. Teemme aiheeseen liittyen opinnäytetyötä Oulun ammattikorkeakoulussa ja pyytäisimme kirjallista suostumusta Sinulta tutkimustulostesi analysointiin opinnäytteessämme. Analyysin tulokset raportoidaan niin, ettei yksittäisiä koehenkilöitä voida tunnistaa. Opinnäytetyö valmistuu syksyllä 2015, jonka jälkeen tulokset julkaistaan Internetissä Theseus-julkaisualustalla.

Liitteenä ilmoitus, jolla voit antaa suostumuksesi tutkimustulostesi analysointiin. Suostumuksesi on meille tärkeä. Palautathan sen meille pikimmiten mukana olevalla kirjekuorella, jossa postimaksu on maksettu. Jos sinulla on kysyttävää, voit ottaa yhteyttä meihin puhelimitse tai sähköpostilla.

Kiitokset yhteistyöstä!

Ystävällisin terveisin,

Leeni Mäkelä (xxx xxx xxxx, xxxxxxxx@students.oamk.fi)

Sanna Sillanpää (xxx xxx xxxx, xxxxxxxx@students.oamk.fi)

Optometrian koulutusohjelma

Oulun ammattikorkeakoulu

SUOSTUMUKSENI TUTKIMUSTULOSTEN ANALYSOINTIIN

Annan luvan Leeni Mäkelälle ja Sanna Sillanpäälle tutkia ja analysoida opinnäytetyössään diagnostisten lääkeaineiden testauksissa saatuja minua koskevia tutkimustuloksia, sekä raportoida ja julkaista ne niin, ettei henkilöllisyyteni tule esille.

Paikka ja päivämäärä

Allekirjoitus ja nimenselvennys

TROPIKAMIDI																		
Pupillin halkaisija (mm)																		
OD A	OSA	ODB	OSB	OD C	OSC	ODD	OSD	ODE	OSE	ODF	OSF	ODG	OSG	ODH	OSH	ODI	OSI	
0 min	6	5,7	6,1	6,1	5	5,4	4,4	4,6	6,3	5,8	5,7	5,1	5,8	5,6	5,9	6,1	4,7	4,8
15 min	7,9	7,9	9	8,9	8,5	8,5	7,9	7,8	8,3	8,2	8	8,1	8,1	7,9	8,4	8,2	7	6,8
30 min	8,2	8,1	9,2	9,1	8,6	8,6	8	8,1	8,6	8,1	8	8	8,5	8,4	8,4	8,4	7,1	7
45 min	7,9	8	9	9,1	8,9	8,7	7,9	8,1	8,6	8,5	8,2	8,2	8,3	8,1	8,4	8,4	7	6,8
Akkommodaatiolaaajuus (dpt)																		
OD A	OSA	ODB	OSB	OD C	OSC	ODD	OSD	ODE	OSE	ODF	OSF	ODG	OSG	ODH	OSH	ODI	OSI	
0 min	11	11	11,5	11,5	6,25	5	7	7,5	9,5	10	11,5	13,25	12	12,25	10	10	9,5	9,5
15 min	3	2,25	3,75	4,5	2,5	1,25	2,75	4,5	5	4,5	4,75	4,75	3	2,75	3,75	3,25	3	4
30 min	2,5	2,25	4,75	6,75	1,5	1	3,5	1,75	3,25	3,25	4,75	5	2,75	2,75	2,5	3,5	3,5	5,75
45 min	3,75	3	7	7,5	2,25	1	3,75	2,25	2,5	2,75	4,75	5,75	2,75	2,75	3,25	3,75	4,5	7,5
Akkommodaatiolaaajuus (dpt, 3mm ø)																		
OD A	OSA	ODB	OSB	OD C	OSC	ODD	OSD	ODE	OSE	ODF	OSF	ODG	OSG	ODH	OSH	ODI	OSI	
0 min	11	11	11,5	11,5	6,5	5,25	7	7,5	9,5	10	11,5	13,25	12	12,25	10	10	9,5	9,5
15 min	3,25	2,5	4,25	4,5	2,25	1,5	4,5	5,5	5,75	6,5	7,25	7	3,5	3,5	4	3,25	?	?
30 min	2,75	2,75	5,5	6,25	2	1,5	4,25	2,5	4	3,5	6,25	7,5	3	2,5	2,75	3,5	4,25	6,25
45 min	4,25	4,5	6,25	7,25	2,5	1,5	3,25	2,5	4,5	4,25	7,5	7,5	3	2,75	3,75	3,25	5,5	8,5
Objektiivinen refraktio/Sfäärinen ekvivaler																		
OD A	OSA	ODB	OSB	OD C	OSC	ODD	OSD	ODE	OSE	ODF	OSF	ODG	OSG	ODH	OSH	ODI	OSI	
0 min	0,75	0,75	-3,25	-3,75	3,25	7,625	-1,5	-1,75	-4,5	-4,75	-4,25	-4	-3,75	-1,75	-2,125	-3	-2,75	
15 min	1,375	1,375	-3	-3,5	3,75	6,875	-0,25	0,5	-3,5	-4,5	-3	-4,125	-3,5	-1,625	-1,375	-2,5	-2,625	
30 min	1,5	1,25	-3	-3,25	3,625	6,75	-0,5	-0,125	-4,25	-4,5	-3	-4,25	-3,5	-1,375	-1,875	-2,375	-2,875	
45 min	1,25	1,5	-3	-3,5	3,75	6,75	-0,625	-0,375	-4,25	-4,625	-3	-4,125	-3,75	-1,625	-1,875	-2,625	-4	
Lea Numbers (logMAR) +1.50dpt etulinssi																		
OD A	OSA	ODB	OSB	OD C	OSC	ODD	OSD	ODE	OSE	ODF	OSF	ODG	OSG	ODH	OSH	ODI	OSI	
0 min	0	0	0,5	0,42	0,1	0,4	0,5	0,3	0,44	0,3	0,3	0,22	0,42	0,54	0,8	0,8	0,5	0,54
15 min	-0,06	0,1	0,34	0,52	-0,16	0,22	0,6	0,52	0,3	0,44	0,3	0,24	0,5	0,64	0,72	0,72	0,42	0,42
30 min	0	0,12	0,34	0,24	0,04	0	0,7	0,5	0,32	0,34	0,24	0,2	0,46	0,5	0,7	0,7	0,42	0,44
45 min	0,04	0,1	0,36	0,28	-0,16	0,04	0,6	0,46	0,3	0,32	0,24	0,24	0,44	0,54	0,68	0,68	0,4	0,4
+3 mer-6 mer+8 mer+9 mer+13 m+20 m -10 mei-11 mei+7 mer-7 merk+3 me ± 1 me-4 mer-5 mer+6 mer+6 mer+5 mer+7 mer																		

SYKLOPENTOLAATTI																		
	ODA	OSA	ODB	OSB	ODC	OSC	ODD	OSD	ODE	OSE	ODF	OSF	ODG	OSG	ODH	OSH	ODI	OSI
Pupillin halkaisija (mm)																		
0 min	5,8	5,4	6,1	5,9	5,6	6,8	5	4,7	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	5,4	5,2	5,4	4,1	3,9
15 min	7,9	7,9	9,1	9,1	8,6	8,6	7,7	7,7	7,6	7,7	7,9	7,9	8,1	8	8,5	8,4	7	6,6
30 min	8,1	8,1	9,1	9,1	8,6	8,6	8	8	8,7	8,5	8,1	8,1	8,3	8,2	8,6	8,6	7,4	7,1
45 min	8,1	8,1	9,1	9,1	8,5	8,5	8,2	8,2	8,7	8,6	8,3	8,2	8,3	8,3	8,8	8,7	7,2	7
Akkommodaatiolaaajuus (dpt)																		
0 min	9	9,5	11	11	6,5	5,5	7,5	7,5	9,75	9,75	11	11	10,5	9	7,75	6,75	7,75	8,5
15 min	2	2,5	1,75	1,75	2	1,75	1	1	3	2,5	1,5	2,25	2,5	3	1,25	1	1,25	1,75
30 min	1,5	2,25	1,5	2	1,75	1,5	1	1	2,5	2,25	1,5	2,5	3	3,5	1	1	1,25	1,25
45 min	1,5	2,25	1,25	2	1,5	1	0,75	1	3	3,25	1,25	2,25	2	3	0,75	1	1	1,25
Akkommodaatiolaaajuus (dpt, 3mm ø)																		
0 min	9	9,5	11	11	6,5	5,5	7,5	7,5	9,75	9,75	11	11	10,5	9	7,75	6,75	7,75	8,5
15 min	2,5	1,75	2,75	2	2,5	2,25	3,5	2,5	3,5	3,5	2,5	2	2,5	4,25	1,25	1,5	2,75	2,25
30 min	1,5	1,75	2	2,4	2,25	2	1,5	1,25	3	2,5	1,5	3	3	4	1,25	1,25	1,75	1,5
45 min	1,25	1,5	2,5	2	2	1,25	1,25	1,5	5,5	3	1,75	2,5	2	3,5	1,25	1,25	2,25	2
Objektiivinen refraktio/Stäärinen ekvivalenssi																		
0 min	1	1	-3	-3,5	2,875	6,125	-1,5	-2,125	-4,5	-4,5	-3,25	-3,875	-3,5	-3,5	-2	-2,375	-2,5	-2,75
15 min	1,5	1,25	-2,75	-2,875	4,25	7,125	0,375	0,625	-4,5	-4,5	-2,75	-3,875	-3,5	-3,5	-1,75	-2	-2,375	-2,5
30 min	1,5	1,25	-2,5	-3	4,25	7,125	0,375	0,625	-4,25	-4,5	-2,75	-3,625	-2,75	-3,25	-1,625	-1,75	-2,25	-2,5
45 min	1,5	1,25	-2,5	-3	4,125	7,125	0,25	0,625	-4,5	-4,5	-2,63	-3,375	-3,5	-3,25	-1,625	-1,75	-2,25	-2,5
Lea Numbers (logMAR) +1.50dpt etulinssi																		
0 min	0,26	0,34	0,52	0,58	0,16	0,26	0,5	0,52	0,3	0,3	0,2	0,16	0,52	0,58	0,74	0,7	0,42	0,48
15 min	0,22	0,44	0,22	0,3	-0,3	-0,1	0,3	0,4	0,34	0,3	0,3	0,32	0,92	0,56	0,62	0,6	0,42	0,44
30 min	0,3	0,3	0,16	0,22	-0,3	-0,18	0,26	0,42	0,34	0,28	0,24	0,26	0,34	0,56	0,6	0,6	0,34	0,36
45 min	0,34	0,4	0,06	0,14	-0,3	-0,2	0,22	0,26	0,34	0,24	0,24	0,26	0,22	0,54	0,6	0,6	0,3	0,4
+ 2 me +23 m +22 m +23 n +23 n +14 m +13 m -2 me +3 me -2 me -5 me +15 n +2 me +7 me +5 me +6 me +6 me																		