

Huyen Tran ja Samira Zagai

Näkemisen laatu monitehotekomykiöllä

Tarkastelun kohteena Alcon AcrySof ReSTOR

Tekijät Otsikko	Huyen Tran, Samira Zagai Näkemisen laatu monitehotekomykiöllä Tarkastelun kohteena Alcon AcrySof ReSTOR
Sivumäärä Aika	53 sivua + 2 liitettä 30.10.2012
Tutkinto	Optometrismi
Koulutusohjelma	Optometria (AMK)
Suuntautumisvaihtoehto	Optometria
Ohjaajat	Lehtori Juha Havukumpu Lehtori Juha Päällysaho
<p>Opinnäytetyömme tavoitteena oli tutkia monitehotekomykiöllä saavutettua näkemisen laatua ja arvioida sillä saavutettua toiminnallista näkökykyä. Lisäksi arvioimme sen toimivuutta käytännössä verrattuna vastaavaan yksitehotekomykiöön. Yhteistyökumppaneina toimivat monitehotekomykiöiden valmistaja Alcon ja kaihileikkauksia suorittava Laser Tilkka.</p> <p>Monitehotekomykiöt mahdollistavat tarkan näkemisen kaikille etäisyyksille poistaen parhaimmassa tapauksessa silmälasien tarpeen kokonaan. Kuitenkin Suomessa eri vuodenaikoina valon määrä jakautuu epätasaisesti, jolloin etenkin talvisin ja syksyisin suuri osa vuorokaudesta on pimeää. Tämä tuo haasteita näkemiselle, minkä vuoksi kiinnostuksemme kohteena oli myös monitehoisen rakenteen mahdolliset vaikutukset hämäränäkemiseen.</p> <p>Tutkimuksemme otos koostui 13 henkilöstä, joilta oli leikattu kaihi. Seitsemälle tutkittavista oli laitettu leikkauksen yhteydessä monitehotekomykiö ja kuudelle henkilölle yksitehotekomykiö. Mittasimme tutkittavilta näöntarkkuuden eri kontrasteilla, kontrastiherkkyuden, valon sironnan määrän silmässä sekä silmän optisten kuvausvirheiden laadun ja määrän. Tutkittavilta kysyttiin myös subjektiivisia oireita pienimuotoisen kyselyn avulla.</p> <p>Mittaustuloksemme eivät olleet suurimmalta osin tilastollisesti merkitseviä, mikä viittaa siihen, että monitehotekomykiöllä saavutettu näkemisen laatu on kaiken kaikkiaan hyvä ja verrattavissa yksitehoiseen tekomykiöön. Kuitenkin hämärässä monitehoisen linssin rakenne saattaa heikentää näkemistä, sillä häiritseviä valorenkaita valonlähteiden ympärillä koettiin subjektiivisesti monitehotekomykiöllä. Lisäksi silmässä tapahtuvan valon sironnan määrässä oli havaittavissa huonompia tuloksia monitehotekomykiöllä, mutta ero ryhmien välillä ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä.</p> <p>Opinnäytetyössämme otoskoko oli suhteellisen pieni, jotta tulosten perusteella voitaisiin tehdä tilastollisesti yleistettävissä olevia johtopäätöksiä. Kuitenkin suuntaa antavia, mittaustulosten välisiä yhteyksiä oli havaittavissa, joita jatkossa voisi tutkia tarkemmin laajemmalla otoskoolla. Monitehotekomykiöllä saavutettu riippumattomuus silmälasista kompensoi näitä näön laatua huonontavia tekijöitä ja lisää kokonaistyytyväisyyttä tekomykiöön verrattaessa sitä vastaavaan yksitehoiseen tekomykiöön.</p>	
Avainsanat	kaihileikkaus, monitehotekomykiö, näkemisen laatu

Authors Title	Huyen Tran, Samira Zagai Quality of vision with a multifocal intraocular lens Alcon AcrySof ReSTOR
Number of Pages Date	53 pages + 2 appendices 30 September 2012
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Optometry
Specialisation option	Optometry
Instructors	Juha Havukumpu, Senior Lecturer Juha Päällysaho, Senior Lecturer
<p>The purpose of our study was to examine and evaluate the quality of vision achieved with a multifocal intraocular lens. We also assessed and compared its functionality in practice to a monofocal intraocular lens. The co-operation partners in our study were Alcon, the manufacturer of intraocular lenses and Laser Tilikka which provides surgical procedures for removing cataracts.</p> <p>Multifocal intraocular lenses enable clear vision to all distances from far to near. In the best cases, they provide complete spectacle independence after cataract surgery. However, the amount of light during different seasons is distributed unevenly in Finland, so especially in winter and fall there is less daylight. This brings more challenges to the vision and therefore we were also interested if the multifocal structure has an effect on night vision.</p> <p>The test group of our study consisted of 13 patients who had undergone cataract surgery. Seven of the patients had multifocal intraocular lenses implanted and six of them monofocal intraocular lenses. The research data was collected by performing measurements such as visual acuity with different contrasts, contrast sensitivity, straylight and the quality and amount of optical aberrations. We also had a small enquiry about possible visual symptoms.</p> <p>For the most part, the results of our study were not statistically significant which indicates that the quality of vision achieved with the multifocal intraocular lens is overall good. However, in low lighting conditions its structure may deteriorate vision because subjectively the perception of disturbing rings of light around bright light sources was more common in the multifocal group. In addition, the amount of straylight was higher with the multifocal intraocular lenses, but the difference between the two groups was not statistically significant.</p> <p>The size of the test group was too small for the results to be generalized. However, the connections between the subjective symptoms and the measurement results should be studied more closely. The achieved freedom from spectacles with multifocal intraocular lenses compensates the deteriorating factors on vision and increases patient satisfaction.</p>	
Keywords	cataract surgery, multifocal intraocular lens, quality of vision

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tekomykiö	3
2.1	Yksitehotekomykiö	4
2.2	Monitehotekomykiö	5
2.2.1	Apodisoiva diffraktiivinen optiikka	5
3	Aberraatiot	7
3.1	Alemman ja korkeamman asteen aberraatiot	8
3.2	Sfäärinen aberraatio ja tekomykiö	9
3.3	Silmän optinen järjestelmä	11
3.4	Diagnosointi	11
4	Näöntarkkuus	13
5	Kontrasti ja kontrastiherkkyys	15
5.1	Kontrastiherkkyuden mittaaminen	15
5.2	Kontrastiherkkyuden vaikutus näkökykyyn	17
6	Hämäränäkö	18
6.1	Fotooppinen ja skotooppinen näkeminen	18
6.2	Mesooppinen näkeminen	18
6.3	Hämäräadaptaatio	19
7	Haitallinen harsoluminanssi	20
7.1	Silmän optisen järjestelmän vaikutus valon sironnan määrään	21
7.2	Häikäisy	22
7.3	Kaihi ja tekomykiö	23
8	Aikaisemmat tutkimukset	24
9	Tutkimuksen toteutus	25
9.1	Tutkimusmenetelmä	25
9.2	Tutkimusongelma	25

9.3	Tutkimuksen eteneminen	26
9.4	Tutkimuksen perusjoukko ja otos	26
9.5	Mittaukset	27
9.5.1	Näöntarkkuus	27
9.5.2	Kontrastiherkkyys	28
9.5.3	Haitallinen harsoluminanssi	30
9.5.4	Silmän aberraatiot	31
9.5.5	Oirekysely	33
10	Tutkimustulokset	34
10.1	Näöntarkkuus 100 % kontrastilla	34
10.2	Näöntarkkuus 50 % kontrastilla	35
10.3	Näöntarkkuus 10 % kontrastilla	35
10.4	Kontrastiherkkyys	36
10.5	Haitallinen harsoluminanssi	38
10.6	Silmän aberraatiot	39
10.7	Oirekysely	41
11	Tutkimustulosten analysointi	43
11.1	Tilastollinen analyysi	43
11.2	Näöntarkkuus	44
11.3	Kontrastiherkkyys	44
11.4	Haitallinen harsoluminanssi	45
11.5	Silmän aberraatiot	45
11.6	Oirekysely	48
12	Pohdinta	49
12.1	Luotettavuuden arviointi	49
12.1.1	Validius	49
12.1.2	Reliabiliteetti	50
12.1.3	Yhteenveto	50
13	Jatkotutkimusehdotukset	53
	Lähteet	54
	Liitteet	
	Liite 1. Saatekirje	
	Liite 2. Tutkimuslomake	

1 Johdanto

Tieto monitehoisten tekomykiöiden tarjoamasta näönkorjausratkaisusta on erittäin ajankohtainen, sillä kaihileikkaus on yleisin silmäkirurginen toimenpide Suomessa aikuisnäköisten määrän kasvaessa maassamme nopeasti. Kaihilla tarkoitetaan iän myötä tapahtuvaa silmän sisäisen linssin eli mykiön samentumista, mikä vaikuttaa heikentävästi näkökykyyn. Ainoana hoitomuotona on leikkaus, jossa korvataan samentunut mykiö kirkkaalla tekomykiöllä. Monitehoisella tekomykiöllä voidaan nykyään korjata kaukonäön lisäksi myös lähinäköä. Kaihileikkaus toimii siis samalla vaihtoehtoisena ratkaisuna korjata taittovirhe aikuisnäköisillä. Aikuisnäköisyydellä tarkoitetaan mykiön elastisuuden vähenemisestä aiheutuvaa lähinäön heikentymistä, joka alkaa yleensä noin 45 vuoden iässä. Tällainen refraktiivinen linssinvaihto mahdollistaa siis parhaimmillaan täysin laseista eroon pääsemisen ja aikuisnäköisyyden oireiden kompensoimisen.

Kiinnostus opinnäytetyömme aiheeseen syntyi Huyenin ollessa Laser Tilkassa työelämäharjoittelussa helmikuussa 2012, jolloin hän pääsi seuraamaan esi- ja jälkitutkimuksia sekä itse kaihileikkauksia. Erityisesti kiinnostusta herättivät monitehotekomykiöt, jotka mahdollistavat näkemisen ilman silmälaseja kaikille eri etäisyyksille. Tarkemmin aihe jäsenyi takaisin opintoihin palatessa, kun lehtori Juha Päällysaho ehdotti, että tutkisimme opinnäytetyössämme millainen on monitehotekomykiöllä ja vastaavilla yksitehotekomykiöillä saavutettu näkemisen laatu. Yhteistyökumppaneinamme toimivat sekä monitehotekomykiöiden valmistaja Alcon että kaihileikkauksia suorittava Laser Tilkka.

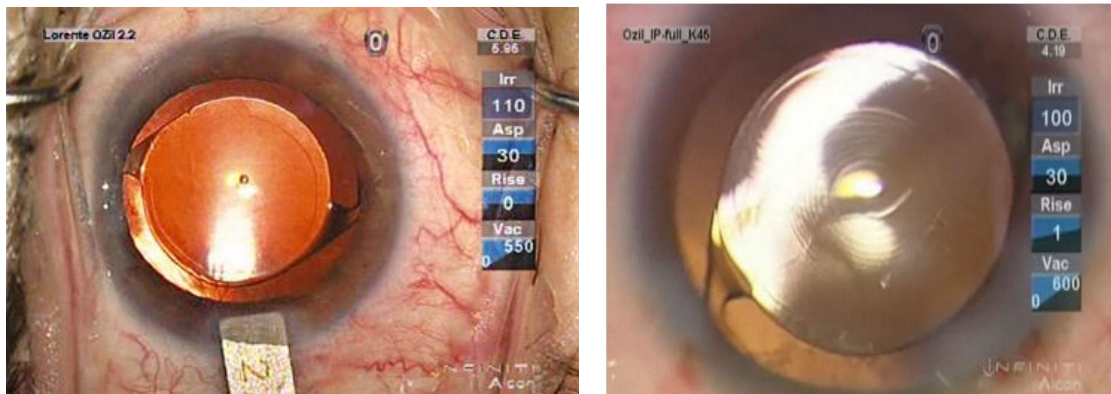
Opinnäytetyömme tarkoituksena on tutkia Alconin AcrySof ReSTOR SN6AD1 – monitehotekomykiöllä saavutettua näkemisen laatua sekä arvioida sen toimivuutta käytännössä verrattuna vastaavan Alconin yksitehotekomykiöön. Monitehotekomykiöt mahdollistavat tarkan näkemisen eri etäisyyksille, mutta niiden monitehoisuuden aikaansaava erilainen optinen rakenne saattaa korostaa erilaisia näköongelmia verrattuna yksitehoisiin tekomykiöihin. Näköhäiriöt saattavat tulla esille vasta hämärämmissä valaistusolosuhteissa, joten kiinnostuksen kohteena työssämme oli myös tekomykiöiden toimivuus Suomen oloissa, jossa valon määrä on jakautunut epätasaisesti ympäri vuoden.

Opinnäytetyömme koostuu sekä teoria- että tutkimusosuudesta. Tutkimusmenetelmäsämme päädyimme käyttämään pääasiallisesti kvantitatiivista tutkimusmenetelmää, mutta tutkimuksessa yhdistyy myös jonkin verran kvalitatiivisen tutkimuksen ominaispiirteitä. Työmme teoriaosuus painottuu tekomykiöihin sekä niihin liittyviin keskeisiin käsitteisiin ja eroihin, ja lisäksi käsittelemme erilaisia näkökykyyn vaikuttavia tekijöitä, joita tutkimuksessamme olemme valinneet mitattaviksi. Varsinaisessa tutkimusosuu-
dessa käsitellään tutkimusongelmaamme sekä varsinaista käytännön toteutusta ja tutkimuksen kulkua. Lisäksi osuudessa käydään läpi mittaustulokset ja analysoidaan niitä tutkimusotoksen laajuuden sallimissa rajoissa.

2 Tekomykiö

Ihmisen normaali mykiö on silmän sisäinen linssi, joka on rakenteeltaan kirkas ja joustava. Mykiö taittaa yhdessä sarveiskalvon kanssa silmään tulevat valonsäteet verkkokalvolle. Kaihissa mykiö muuttuu sameaksi, jonka johdosta valon kulku verkkokalvolle vaikeutuu ja silmänpohjaan taittava kuva hämärtyy. Kaihi kehittyy yleensä ikääntymisen myötä ja aiheuttaa muun muassa näön heikkenemistä, lisääntyneitä häikäistymistä ja muutoksia värien näkemisessä. (Lääkietieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2012.)

Kaihi hoidetaan leikkauksella, jossa samentunut mykiö korvataan synteettisellä tekomykiöllä (ks. kuvio 1). Tekomykiö toimii terveen mykiön tavoin taittaen silmään tulevaa valoa verkkokalvolle, jolloin silmänpohjaan muodostuu terävä kuva. Useimmat tekomykiöt valmistetaan joustavasta ja taitettavasta materiaalista. Tekomykiöt koostuvat sekä optisesta alueesta että kahdesta puolikaaren muotoisesta sakarasta eli haptiikasta, jotka pitävät tekomykiön paikallaan. (All About Vision 2000–2012.)



Kuvio 1. Vasemmalla AcrySof IQ Aspheric (ModernMedicine 2011) ja oikealla ReSTOR silmässä (Eyetube 2011).

Tekomykiön vahvuus ja tyyppi valitaan vastaamaan silmän mittoja ja vähentämään silmälasien tarvetta leikkauksen jälkeen. Perinteiset tekomykiöt ovat yksitehoisia, jotka mahdollistavat näkemisen tietylle etäisyydelle, joko kauas, keskialueelle tai lähelle. Perinteisellä tekomykiöllä korjataan useimmiten kaukonäkö, jolloin leikkauksen jälkeen tarvitaan edelleen lähilasit lähelle näkemistä varten. Sitä voidaan käyttää myös monovision-menetelmässä, jossa toinen silmä korjataan näkemään kauas ja toinen lähelle. Monovision-korjauksella voidaan vähentää tai poistaa silmälasien tarvetta, mutta mene-

telmä ei välttämättä sovellu tilanteisiin, joissa vaaditaan tarkkaa näöntarkkuutta lähelle tai kauas. (American Academy of Ophthalmology 2012.)

Uudet monitehoiset tekomykiöt mahdollistavat näkemisen kaikille eri etäisyyksille poistaen silmälasien tarpeen leikkauksen jälkeen. Monitehotekomykiöiden toiminta perustuu valon jakautumiseen ja tarkentumiseen useampaan kuin yhteen tarkennuspisteeseen, jolloin nähdään yhtä aikaa sekä kauas että lähelle. Mukautuvassa tekomykiössä puolestaan on yksitehoisen tekomykiön tapaan yksi polttopiste, mutta se on suunniteltu muuttamaan muotoaan silmässä olevan mykiön rengaslihaksen liikkeiden mukaan. Tämän ansiosta sillä voidaan nähdä niin kauas, keskialueelle kuin lähellekin ilman lasikorjausta. Toorista tekomykiötä voidaan käyttää korjaamaan kaihen lisäksi myös sarveiskalvon aiheuttamaa hajataitteisuutta, millä voidaan parantaa leikkauksen jälkeistä näöntarkkuutta ja poistaa kaukolasien tarve. (Alcon 2012.)

2.1 Yksitehotekomykiö

AcrySof IQ Aspheric SN60WF (ks. kuvio 2) on yksitehoinen tekomykiö, joka tarjoaa tarkan näön vain tietylle etäisyydelle. Tekomykiö on valmistettu yksiosaisesti hydrofobisesta akryylimateriaalista. Sen kokonaishalkaisija on 13,0 millimetriä ja optisen osan halkaisija 6,0 millimetriä. Tekomykiö on muodoltaan kaksoiskupera ja linssin pinta on asfäärinen eli se loivenee tasaisesti reunoja kohti. Lisäksi siinä on kaksi puolikaaren muotoista haptiikkaa, jotka pitävät sen paikallaan. Tekomykiössä on UV-suodatuksen lisäksi sinistä valoa suodattava keltainen chromophoriväri, joka poistaa silmille haitallisen sinisen valon aallonpituuden. (Alcon Finland Oy 2012.)



Kuvio 2. AcrySof IQ Aspheric (Alcon Finland Oy n.d.).

2.2 Monitehotekomykiö

AcrySof IQ ReSTOR SN6AD1 (ks. kuvio 3) on asfäärinen monitehotekomykiö, jonka avulla on mahdollista nähdä kaikille katseluetäisyyksille – kauas, keskialueelle ja lähelle. Se on AcrySof IQ Aspheric SN60W – tekomykiön tapaan kaksoiskupera muodoltaan ja valmistettu yksiosaisesti hydrofobisesta akryylista. Tekomykiö on kokonaishalkaisijaltaan 13,0 millimetriä ja optinen osa on halkaisijaltaan 6,0 millimetriä. Siinä on myös kaksi haptiikkaa pitämässä sen paikallaan sekä UV- ja sinisen valon suodatin. Lisäksi tekomykiön asfäärisellä rakenteella kompensoidaan sarveiskalvon aberraatiota eli monimutkaista optista kuvausvirhettä, jolla parannetaan kontrastiherkkyttä ja näön laatua. (Alcon 2012.)

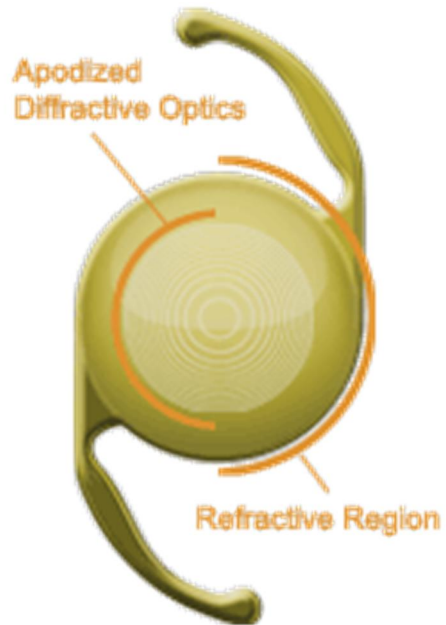


Kuvio 3. AcrySof IQ ReSTOR (Alcon Finland Oy n.d.).

2.2.1 Apodisoiva diffraktiivinen optiikka

ReSTOR-tekomykiön toiminta perustuu apodisoivaan diffraktiiviseen sekä refraktiiviseen optiikkaan (ks. kuvio 4). Apodisoiva diffraktiivinen optiikka sijoittuu keskeiselle 3,6 mm optiselle alueelle linssin etupinnalla. Diffraktiolla tarkoitetaan valon taipumista. Apodisaatiolla puolestaan tarkoitetaan alueen yhdeksän samankeskisen renkaan mataloitumista ja tiivistymistä reunoja kohti. Mitä suurempi on renkaan korkeus, sitä voi-

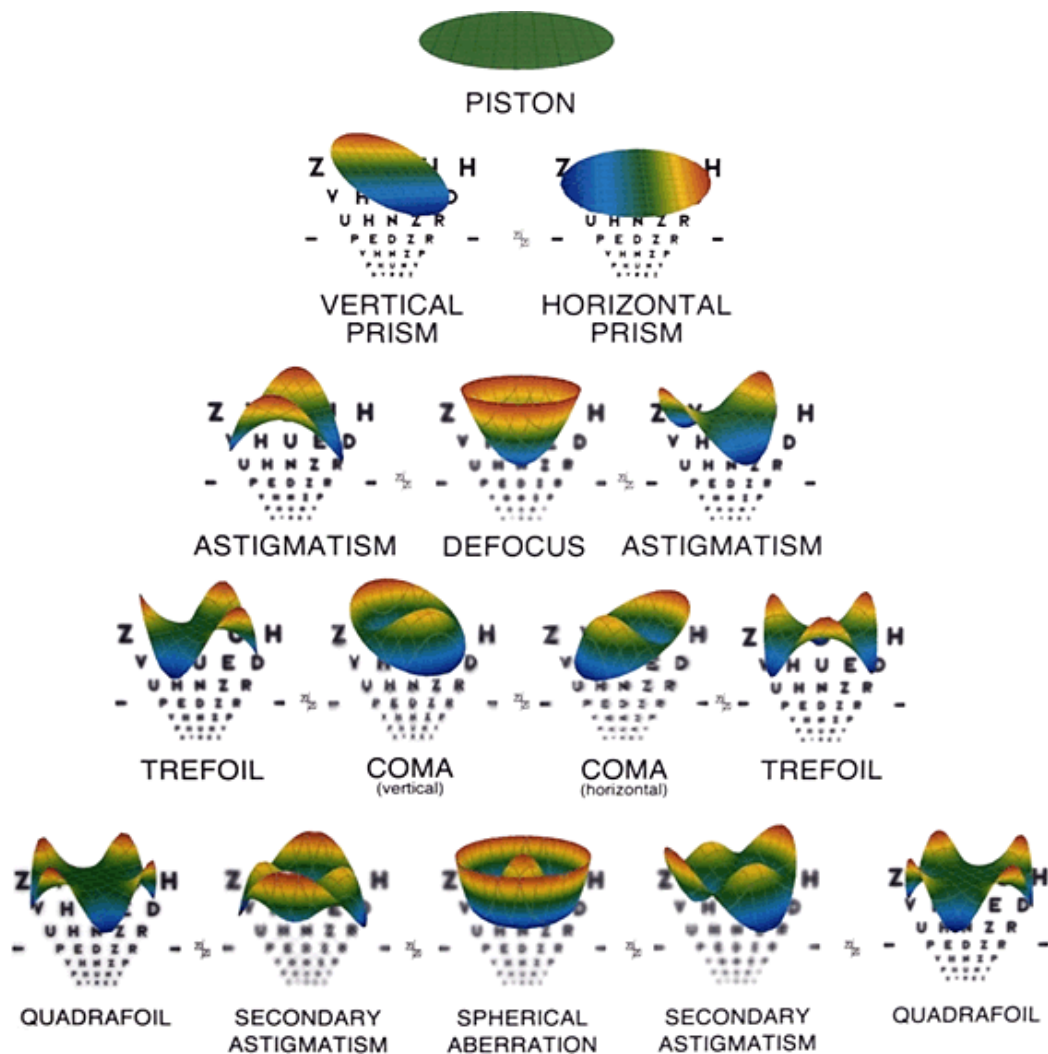
makkaammin se taittaa valoa. Keskiosan renkaiden korkeuksien ansiosta pienellä pupililla näkee lähelle. Mitä matalampi rengas on, sitä kauemmas sillä nähdään. Ympärillä oleva refraktiivinen alue painottuu kaukokatseluun, sillä siinä valo ohjautuu kaukopolttopisteeseen. Apodisoivan diffraktiivisen optiikan tarkoituksena on parantaa kuvanlaatua ja vähentää mahdollisia näköhäiriöitä. (Alcon, Inc 2009.)



Kuvio 4. Apodisoiva diffraktiivinen optiikka (Alcon 2012).

3 Aberraatiot

Silmän optinen järjestelmä muodostuu useasta osasta, jotka muodostavat tarkan kuvan havainnoitavasta kohteesta verkkokalvolle. Silmän valoa taittavien osien epäsäännöllisyys aiheuttaa valonsäteen taittumisen poikkeavasti. Epäsäännöllisyyksiä silmän optisessa järjestelmässä kutsutaan aaltoaberraatioiksi. Ne määrittävät kuinka paljon silmän valoa taittavat osat vaikuttavat valon kulkuun, kun se kulkee silmän optisen järjestelmän läpi. Näitä valonsäteen poikkeavuuksia kutsutaan optisiksi aberraatioiksi, jotka saavat aikaan kuvan sumentumisen heikentäen näkemistä. Optisten aberraatioiden määrittämisessä ja luokittelussa käytetään yleisesti Zerniken polynomeja (ks. kuvio 5). (Lombardo 2010: 1-2.)

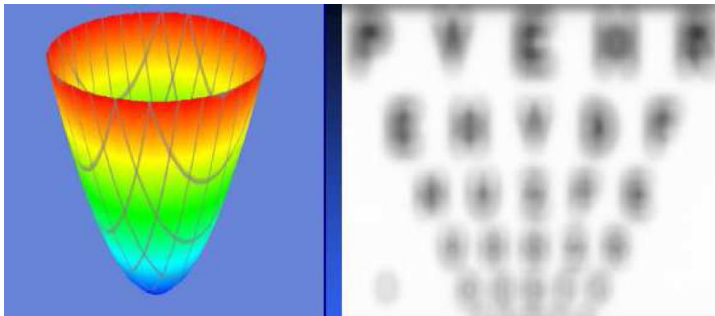


Kuvio 5. Yleisimmät aberraatioiden muodot (All About Vision 2000–2012).

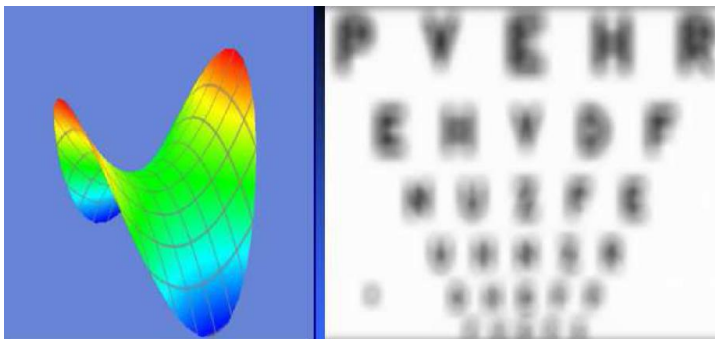
3.1 Alemman ja korkeamman asteen aberraatiot

Aberraatiot voidaan luokitella kahteen eri pääryhmään: alemman ja korkeamman asteen aberraatioihin. Alemman asteen aberraatiot ovat silmän optisen järjestelmän hallitsevia kuvausvirheitä ja niillä on suurempi vaikutus näkemiseen. Ne kattavat noin 90 % silmän kaikista aaltoaberraatioista ja koostuvat pääasiassa epätarkkuudesta (= defocus), joka jaotellaan kauko- ja likitaitteisuuteen, sekä astigmatiasta eli hajataitosta. Alemman asteen aberraatioita voidaan korjata muun muassa silmälasikorjauksella, piilolinseillä tai sarveiskalvon laserleikkauksella. (Lombardo 2010: 3.)

Kaukotaitteisuudessa silmä taittaa valoa liian vähän suhteessa silmän pituuteen, jolloin valonsäteet taittuvat verkkokalvon taakse. Likitaittoinen silmä puolestaan taittaa valoa liian voimakkaasti, jolloin valonsäteet taittuvat verkkokalvon eteen. Molemmissa taittovirheissä verkkokalvolle piirtyvä kuva on epätarkka (ks. kuvio 6). Astigmatiassa valo puolestaan taittuu eri tavalla sarveiskalvon eri leikkaussuunnissa, jolloin verkkokalvon kohdalla kuva on epätarkka (ks. kuvio 7). (Diacor n.d.)



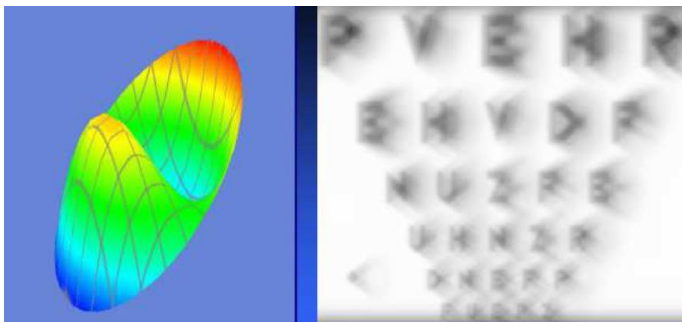
Kuvio 6. Vasemmalla defocus eli epätarkkuus ja oikealla näkyvät sen vaikutukset näkemiseen (Ruiz-Alcocer 2012).



Kuvio 7. Vasemmalla seka-astigmatismi ja oikealla näkyvät sen vaikutukset näkemiseen (Ruiz-Alcocer 2012).

Korkeamman asteen aberraatiot kattavat noin 10 % silmän aaltoaberraatioista ja niillä on näin ollen pienempi vaikutus näkemiseen. Korkeamman asteen aberraatioita ovat muun muassa koma, trefoil ja sfäärinen aberraatio, joka voi olla positiivista tai negatiivista. Niillä on kuitenkin haitallinen vaikutus verkkokalvolle muodostuvan kuvan laatuun. Korkeamman asteen aberraatioiden korjauksella voidaan näin ollen parantaa toiminnallista näkökykyä, mutta niitä ei voida korjata perinteisillä optisilla korjauksilla. (All About Vision 2000–2012.)

Komassa valon reunasäteet leikkaavat toisensa eri etäisyyksillä kuin keskisäteet, jolloin valonsäteet eivät enää heijastu samaan pisteeseen, vaan muodostavat pyrstötähtimäisen kuvion (ks. kuvio 8). Sen yleisempiä oireita ovat kaksoiskuvat. Trefoil puolestaan aiheuttaa valopisteen leviämisen kolmeen eri suuntaan. Sfäärinen aberraatio on yhteydessä pupillin kokoon. Pupillin suurentuessa valoa pääsee enemmän verkkokalvolle, mikä alentaa näön laatua varsinkin hämärässä. Oireina ovat valorenkaat kirkkaiden valojen ympärillä eli niin sanotut haloilmiöt, haamukuvat ja alentunut kontrastiherkkyys hämärässä. (Lombardo 2010: 3.)

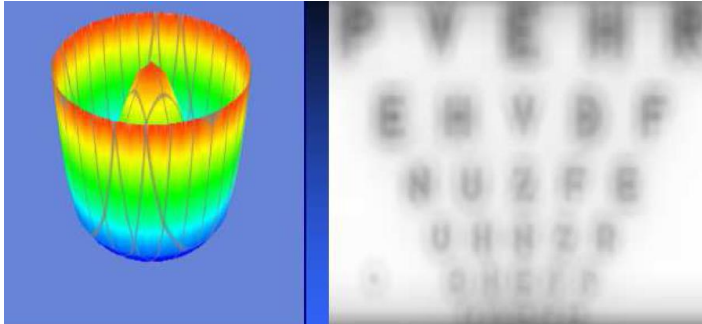


Kuvio 8. Vasemmalla koma ja oikean puoleisessa kuvassa sen vaikutukset näkemiseen (Ruiz-Alcocer 2012).

3.2 Sfäärinen aberraatio ja tekomykiö

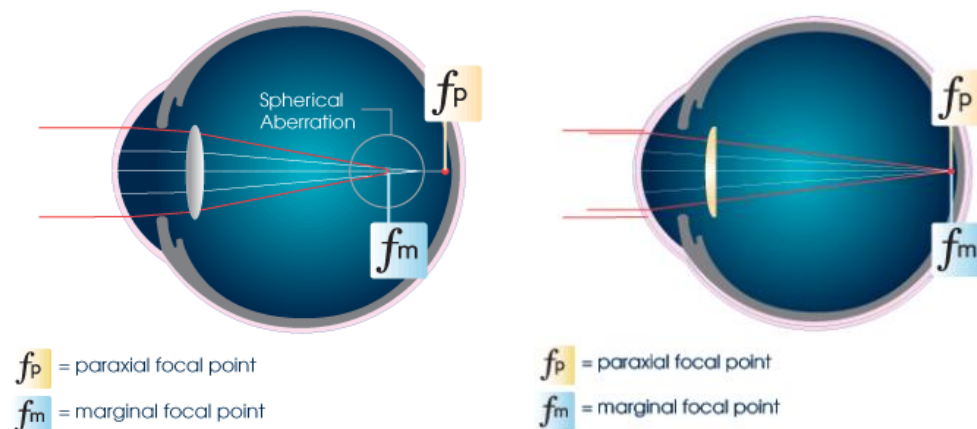
Silmän sfäärinen kokonaisaberraatio on yhdistelmä sarveiskalvon positiivista ja mykiön negatiivista sfääristä aberraatiota. Sarveiskalvon positiivisessa aberraatiossa valo taittuu jyrkemmin sarveiskalvon reuna-alueilla kuin keskialueella aiheuttaen alentunutta kontrastiherkkyyttä ja näön laatua heikossa valaistuksessa. Nuoren silmän sfäärisen aberraation määrä on vähäinen, koska mykiön negatiivinen sfäärinen aberraatio kompensoi sarveiskalvon positiivista sfääristä aberraatiota. Ikääntymisen myötä mykiön negatiivinen sfäärinen aberraatio vähenee, jolloin positiivisen sfäärisen kokonaisaber-

raation määrää lisääntyä heikentäen näkemisen laatua. Perinteiset yksitehoiset tekomykiöt ovat rakenteeltaan sfäärisiä eli pallopintaisia, jolloin etupinnan kaarevuussäde on kauttaaltaan sama. Siksi perinteiset sfääriset tekomykiöt kasvattavat positiivisen sfäärisen aberraation määrää silmän sisällä kaihen poiston jälkeen. (Moshirfar 2010: 2.)



Kuvio 9. Vasemmalla positiivinen aberraatio ja oikealla sen vaikutukset näkemiseen (Ruiz-Alcocer 2012).

AcrySof-tekomykiöissä on sen sijaan asfäärinen takapinta, jolla saadaan aikaan negatiivinen sfäärinen aberraatio, joka kompensoi silmässä esiintyvää sarveiskalvon positiivista aberraatiota (ks. kuvio 10). Asfäärisellä rakenteella saavutetaan parempi toiminnallinen näkökyky ja kontrastiherkkyys verrattuna perinteisiin tekomykiöihin. Asfääriset tekomykiöt eivät kuitenkaan sovi kaikille, koska osalla ihmisistä silmän sfäärinen aberraatio voi olla optisesti hyödyllinen, jolloin sitä ei tulisi korjata. Myös kartiopullistumaa sairastaville ja sarveiskalvon uudelleen muotoilun läpikäyneille henkilöille ei suositella asfäärisiä tekomykiöitä, koska sarveiskalvon muoto poikkeaa normaalista, jolloin asfäärisestä linssin muotoilusta ei enää hyödytä. (Review of Ophthalmology 2000–2012.)



Kuvio 10. Vasemmalla sfäärinen tekomykiö ja oikealla asfäärinen tekomykiö (Alcon 2012).

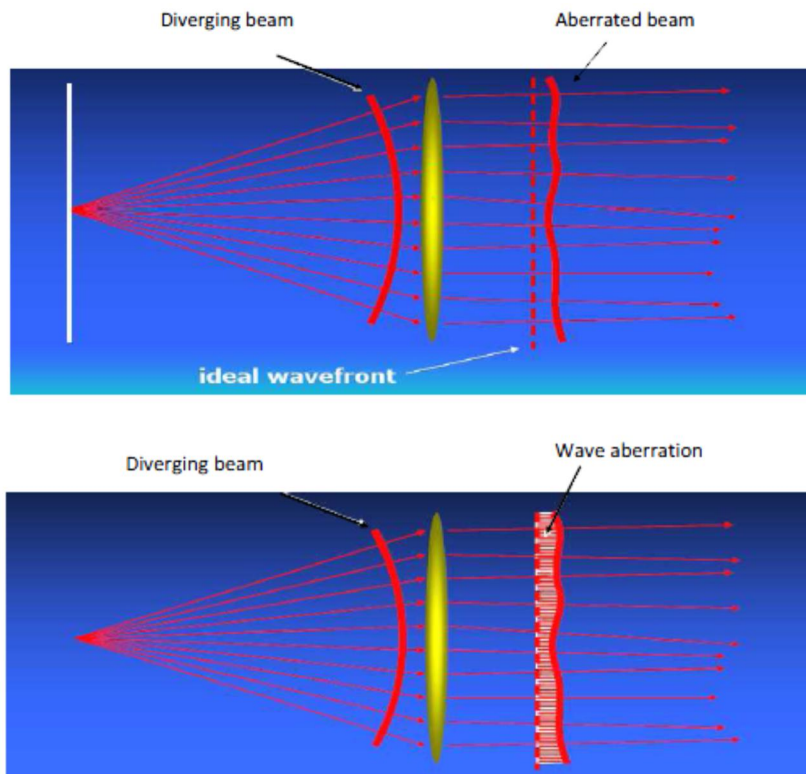
3.3 Silmän optinen järjestelmä

Silmän optinen järjestelmä koostuu kolmesta osasta – sarveiskalvosta, pupillista ja mykiöstä. Silmän optiset osat toimivat yhdessä muodostaakseen tarkasteltavasta kohteesta kuvan verkkokalvolle. Kuitenkin silmän erilaiset kuvausvirheet, aberraatiot alentavat optista suorituskykyä. Sarveiskalvo on pääasiallinen silmän aberraatioita synnyttävä tekijä. Sarveiskalvo on muodoltaan asfäärinen, mikä auttaa alentamaan sfäärisen aberraation määrää silmässä. Kuitenkin sarveiskalvon muodot vaihtelevat yksilöllisesti aiheuttaen astigmatiaa eli hajataitteisuutta ja korkeamman asteen epäsymmetrisiä aberraatioita. (Lombard 2010: 2-3.)

Toisena tekijänä on pupilli, joka vaikuttaa verkkokalvolle tulevaan valon määrään säätelämällä silmän kuvajärjestelmän aukon kokoa. Pupillin koolla on merkittävät vaikutukset kuvan muodostumiseen. Pienempi pupilli lisää syväterävyyttä, kun taas suurempi pupilli kasvattaa aberraatioiden määrää. Pupillin laajeneminen alentaa toiminnallista näköä ja verkkokalvokuvan optista kuvan laatua. Myös mykiö osallistuu kuvan muodostamiseen taittamalla valoa verkkokalvolle sekä mahdollistaen akkommodaation eli silmän kyvyn tarkentaa eri etäisyyksille. Epätarkkuus on yleisin aberraation muoto kattuen noin puolet kokonaisaberraation määrästä keskiverto silmässä. Epätarkkuus on seurausta rajoittuneesta akkommodaatiosta. (Lombard 2010: 2-3.)

3.4 Diagnosointi

Korkeamman asteen aberraatioiden määrittelyssä mitataan valon aaltorintaman poikkeamat, kun valo läpäisee silmän eri optiset kerrokset. Valon aaltorintama on teoreettisesti täydellisessä silmässä, jossa ei ole aberraatioita, muodoltaan tasainen eli ns. "piston". Aaltorintaman aberraation määrä saadaan mittaamalla ideaalin ja todellisen valon aaltorintaman välinen ero (ks. kuvio 11). Aaltorintama-analyysissä voidaan havaita merkittäviä aberraatioiden määriä, jotka aiheuttavat näköongelmia, koska ne häiritsevät ihmisen kykyä nähdä kirkkaasti ja erottaa pieniä yksityiskohtia. (All About Vision 2000–2012.)



Kuvio 11. Aaltorintaman aberraation määrä on ideaali ja todellisen aaltorintaman erotus.

Korkeamman asteen aberraatioiden määrä kasvaa alhaisessa valaistusolosuhteessa pupillin laajenemisen seurauksena. Alemman asteen aberraatiot pysyvät suhteellisen vakioina pupillikoosta riippumatta. Kuitenkin kaikki silmät kärsivät jonkin verran korkeamman asteen aberraatioista. (Zeiss 2010: 5.)

Aberrometri mittaa silmän alemman ja korkeamman asteen aberraatiot koko pupillin alueelta. Monet aberrometrit hyödyntävät Shack-Hartmann aaltorintamasensoria, jossa pistemäinen valonlähde kuvaa verkkokalvolle lankeavaa kaukaista kohdetta. Pistemäisen valonlähteen verkkokalvokuva toimii tämän jälkeen kohdepisteenä mittausta varten. Kohdepisteen valo ohittaa samalla tavalla järjestäytyneet pienet linssit, jotka taittavat valoa koko pupillin alueella silmän optisen järjestelmän tavoin. Nämä pienet linssit tuovat valon fokukseen laitteen CCD - sensoriin. Ideaalitulanteessa verkkokalvosta heijastuvan valon pitäisi muodostaa tasainen aallonpituuden taso kuljettuaan silmän optisen järjestelmän läpi. Kaikki eroavuudet aallonpituuden tasossa ja todellisessa aaltorintamassa aiheuttavat valon kulun poikkeavuuden. Jokaisen fokuksen siirtymä mitataan ja käytetään mallintamaan aaltorintaman virheet. (Zeiss 2010: 5.)

4 Näöntarkkuus

Näöntarkkuuden yksikkönä käytetään "visus" -arvoa, joka kuvaa näköjärjestelmän parasta erotuskykyä. Erotuskyvyllä tarkoitetaan silmän kykyä erottaa lähellä toisiaan olevat yksityiskohdat erillisinä. Pienimmän erotettavissa olevan yksityiskohdan koko ilmaistaan kulmayksikkönä ja näöntarkkuus voidaan ilmaista usealla eri tavalla. Euroopassa visus-arvo ilmoitetaan yleisimmin käyttäen desimaalijärjestelmää, jossa normaalin näöntarkkuuden rajana pidetään yleensä visus-arvoa 1.0 ja sitä suurempia arvoja (ks. kuvio 12). (Benjamin 1998: 179–182.)

normaali näkö	1,0	alentunut näöntarkkuus	
	0,9		
	0,8		
	0,7		
	0,6		
	0,5		
	0,4		
	0,3		näkövammainen
	0,2		
	0,1		
	0,05	alkaa sokeus	
	0,0		

Kuvio 12. Näöntarkkuuden luokittelu.

Eri näöntarkkuustestit mittaavat näköjärjestelmän erotuskyvystä eri tekijöitä eli kykyä havaita, erottaa ja tunnistaa kohteiden yksityiskohtia. Minimihavaitsemiskykyä mittaavissa testeissä selvitetään henkilön kykyä havaita pienin mahdollinen kohde, pieni piste tai viiva, taustastaan. Minimierotuskyvyllä puolestaan selvitetään pienintä etäisyyttä kahden pisteen tai viivan välillä, missä ne vielä voidaan erottaa erillisinä. Suurimmaksi osaksi näöntarkkuutta mittaavat testit mittaavat kuitenkin useimmiten tunnistuskykyä. Niissä määritetään pienin mahdollinen korkeakontrastinen kohde, joka pystytään vielä tunnistamaan oikein. Tunnistettavia kohteita kutsutaan optotyypeiksi, ja ne voivat olla kirjaimen, numeron tai symbolin muodossa. (Benjamin 1998: 179–180.)

Erotuskykyyn voivat vaikuttaa heikentävästi erilaiset optiset rajoitteet. Pupillin suuresta koosta ja silmälaseista aiheutuvat aberraatiot voivat huonontaa verkkokalvokuvan laatua. Myös eri taittovirheet ja muutokset silmän mukautumiskyvyssä eli akkommodaatioissa voivat toimia erotuskyvyn rajoitteina. Lisäksi eri hermostolliset tekijät voivat luoda rajoitteita erotuskyvylle. Keskeinen näöntarkkuus riippuu verkkokalvon fovealla eli tarkkan näön alueella sijaitsevien, värejä ja yksityiskohtia aistivien tappisolujen määrästä ja tiheydestä. Erotuskykyyn vaikuttavat myös näköinformaatiota aivoihin vievien hermo-yhteyksien määrä ja toiminta. Ikääntymisen myötä näöntarkkuus yleensä heikkenee ja heikkenemisen syynä on useimmiten iän myötä ilmenevä mykiön, sarveiskalvon tai lasiaisen samentuminen. Monet silmäsairaudet voivat aiheuttaa muutoksia näöntarkkuuteen, joten näöntarkkuuden tarkka seuranta on tärkeätä mahdollisten silmäsairauksien määrittämiseksi. (Benjamin 1998: 179, 196.)

5 Kontrasti ja kontrastiherkkyys

Kontrastilla tarkoitetaan kahden pinnan välistä tummuus- tai vaaleuseroa. Kontrastiherkkyys kuvaa näköjärjestelmän kykyä erottaa toisistaan kahden vierekkäisen pinnan välinen kontrastiero. Se on matalimman havaittavissa olevan kontrastin eli kontrastikynnyksen käänteisarvo. Jos kontrasti laskee alhaisemmaksi kuin henkilön kontrastikynnys, ei kohdetta enää pystytä erottamaan, vaan pinta aistitaan täysin tasaisena. Mitä pienemmän pintojen välisen tummuus- tai vaaleuseron pystyy erottamaan, sitä parempi on henkilön kontrastiherkkyys. (Elliot 1998: 203.) Myös ympäristön valaistus- tasolla on vaikutusta kontrastiherkkyteen, sillä hämärässä kohteen erottamiseen vaaditaan suurempi kontrastiero kuin kirkaassa valossa (Saari 2001: 47).

5.1 Kontrastiherkkyden mittaaminen

Kontrastiherkkyttä voidaan mitata joko kuvio- tai juovastotesteillä (ks. kuvio 13). Kuviotesteihin kuuluvat erilaiset numero- ja kirjaintestit. Erilaisten kontrastiherkkyystestien tulokset eivät kuitenkaan ole suoraan verrattavissa toisiinsa, sillä testien rakenteet ja tunnistettavat kohteet vaihtelevat keskenään (Elliot 1998: 222).



Kuvio 13. Kirjainkontrastiherkkyystesteihin kuuluvat Pelli-Robson ja The Mars Letter Contrast Sensitivity -testit (Precision Vision 2012).

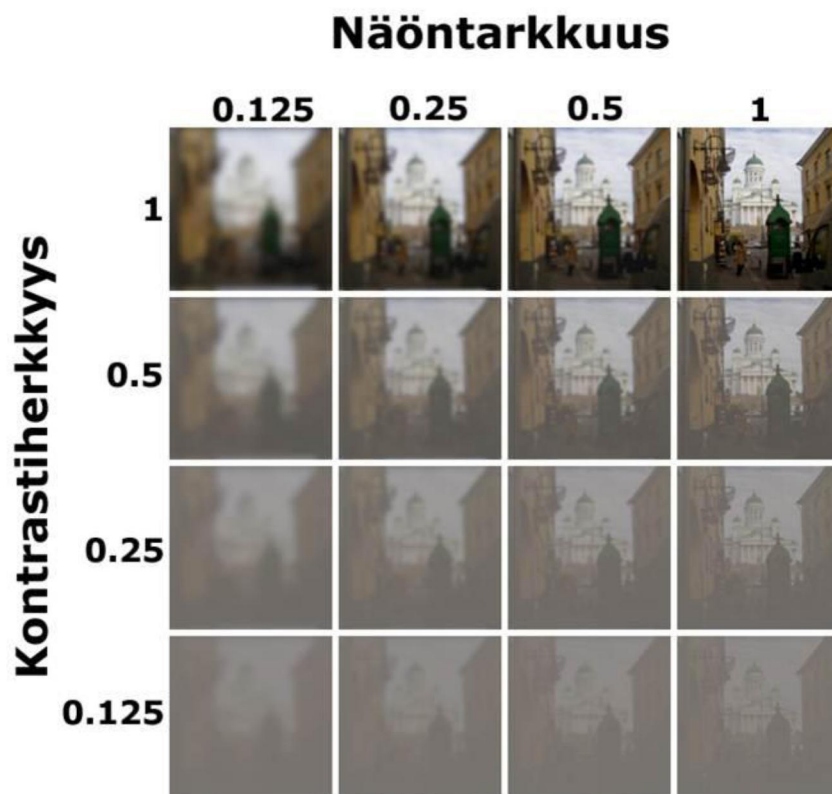
Kontrastiherkkyden mittaus juovastoilla tapahtuu yleensä viidelle eri paikkataajuudelle eli spatiaali frekvenssille. Paikkataajuudella tarkoitetaan kuvion juovastotaajuutta, joka voidaan laskea jakso-, juova tai astemääränä. Paikkataajuuden yksikkö on sykli/näkökulma aste. Yhden syklin muodostavat vierekkäinen tumma ja vaalea juova. Mitä tiheämpiä juovastot ovat, sitä korkeampaa paikkataajuutta ne edustavat. Harvempaan sijoittuneiden leveiden juovien paikkataajuus puolestaan on matala (ks. kuvio 14). Kontrastikynnys tietylle paikkataajuudelle määritetään vähentämällä juovastojen kontrastia, kunnes juovia ei enää pystytä erottamaan taustastaan. Mitatuista kontrastiherkkyysarvoista voidaan määrittää henkilön kontrastiherkkyyskäyrä. Ihmisen näköjärjestelmä on herkimmillään paikkataajuudella 4 sykliä/näkökulma aste. (Elliot 1998: 203; Schwartz 1998: 175–178, 184.)



Kuvio 14. Vistech-juovastokontrastiherkkyystestissä juovastojen tiheys ja paikkataajuus kasvavat ylhäältä alaspäin siirryttäessä. Lisäksi kontrasti alenee jokaisella vaakarivillä vasemmalta oikealle edettäessä.

5.2 Kontrastiherkkyden vaikutus näkökykyyn

Näöntutkimustilanteessa mitataan yleensä ainoastaan korkeakontrastisen kohteen erotuskykyä suurella paikkataajuudella. Kirjaimen ja sen taustan kontrasti tutkimuksessa on yli 90 %. Kuitenkin näöntarkkuus ja kontrastiherkkyys ovat toisistaan eroavia näköaistin ominaisuuksia, joten vaikka henkilön mitattu korkeakontrastinen näöntarkkuus olisikin normaali, voi näkemisen laatu olla huono johtuen kontrastiherkkyden heikentymisestä (ks. kuvio 15). Mittaamalla kontrastiherkkyyttä eri paikkataajuuksilla saadaankin tarkempaa tietoa henkilön toiminnallisesta näkökyvystä. Lisäksi monet silmätaudit saattavat vaikuttaa ainoastaan matalien kontrastien näkemiseen. Matalataajuisen kontrastiherkkyden heikentyminen voi aiheuttaa ongelmia jokapäiväisessä elämässä toimimisessa. Ihmisten kasvojen ilmeitä voi olla vaikeaa hahmottaa ja liikkuminen hämärässä tai sumuisella ilmalla voi hankaloitua. (Elliot 1998: 203, 208, 210.)



Kuvio 15. Näöntarkkuuden ja kontrastiherkkyden yhteisvaikutus näkemisen laatuun (Näsänen 2007).

6 Hämäränäkö

Silmän verkkokalvolla on kahdenlaisia valoa aistivia soluja – tappisoluja ja sauvasoluja. Tappisolujen määrä on yhteensä noin 5 miljoonaa ja sauvasolujen yli 100 miljoonaa. Tappisolut sijaitsevat suurimmaksi osaksi verkkokalvon keskialueilla, ja ne vastaavat tarkkojen yksityiskohtien ja värien erottamisesta. Suurin osa soluista on kuitenkin laitalueille levittäytyneitä sauvasoluja. Sauvasolut ovat erittäin valoherkkiä ja erikoistuneet hämärässä näkemiseen. Ne aistivat ainoastaan pieniä kontrasteja ja liikettä. (American Optometric Association 2012; Arstila – Hänninen – Nienstedt 2009: 503.)

6.1 Fotooppinen ja skotooppinen näkeminen

Molemmat sekä tappi- että sauvasolut toimivat suurella valaistusvoimakkuustasojen vaihteluvälillä, ja lisäksi keskivalaistusvoimakkuustasolla ne toimivat samanaikaisesti. Sauvasolut vastaavat näkemisestä alhaisissa luminanssiltaan alle 0.003 cd/m^2 valaistusolosuhteissa, mitä kutsutaan skotooppiseksi näkemiseksi. Skotooppinen näkö rajoittuu heikkoon erotuskykyyn mahdollistaen ainoastaan mustan ja valkoisen eri sävyjen erottamisen. Maksimaalinen näöntarkkuus pimeässä on vain 0.01. Tappisolut sen sijaan toimivat korkeammilla valaistustasoilla yli 3 cd/m^2 valaistuksessa, mitä kutsutaan fotooppiseksi näkemiseksi. Fotooppinen näkö mahdollistaa värien ja tarkkojen yksityiskohtien erottamisen. (American Optometric Association 2012; Kettunen – Leppäluoto – Rintamäki – Vakkuri 2008: 474.)

6.2 Mesooppinen näkeminen

Siirtymävaihetta fotooppisen ja skotooppisen näön välillä, jossa valoisuustaso on hämärä, kutsutaan mesooppiseksi näöksi. Mesooppisessa valaistuksessa sekä tappi- että sauvasolut ovat yhdessä osallisena näköhavainnoissa. Se on siis yhdistelmä fotooppista ja skotooppista näkemistä alhaisissa, muttei kuitenkaan täysin pimeissä valaistusolosuhteissa. Mesooppiset valaistustasot vaihtelevat luminanssiltaan $0,003\text{-}3 \text{ cd/m}^2$. Suurin osa yöaikaan esiintyvistä valaistustilanteista ulkoillessa sekä liikenteessä ovat mesooppista valaistustasoa. (American Optometric Association 2012.)

6.3 Hämäräadaptaatio

Silmässä tapahtuvalla adaptaatiolla tarkoitetaan sauva- ja tappisolujen sopeutumista eri valaistusolosuhteiden muutoksiin. Hämäräadaptaatio kuvaa solujen sopeutumista siirryttäessä kirkkaasta hämärään. Adaptaatioon kuuluu kaksi vaihetta, joista ensimmäisen kesto on 15–20 minuuttia ja toisen vaiheen kesto voi olla jopa 60 minuuttia. Iän myötä adaptaatioon vaadittava aika kasvaa. (Arstila ym. 2009: 505.)

Silmän sopeutuminen valaistusmuutokseen perustuu useampaan tekijään. Värikalvo eli iiris toimii himmentimen tavoin muunnellen pupillin kokoa säädellen samalla silmään pääsevän valon määrää. Hämärässä pupilli laajenee, ja verkkokalvolle kulkeutuvan valon määrä kasvaa. Lisäksi valoisassa hajonneet näköpigmentit alkavat muodostua uudelleen hämärässä. Tappisolujen näköpigmenttien uusiutuminen on nopeampaa kuin sauvasoluilla. Sopeutumista helpottaa myös neuroniyhteyksien uudelleen järjestäytyminen hämärässä. Hämärässä gangliosolut myös keräävät valoimpulssit yhä suuremmalta sauvasolujoukolta, jolloin valoherkkyys silmässä suurenee. (Arstila ym. 2009: 506; Kettunen ym. 2008: 477.)

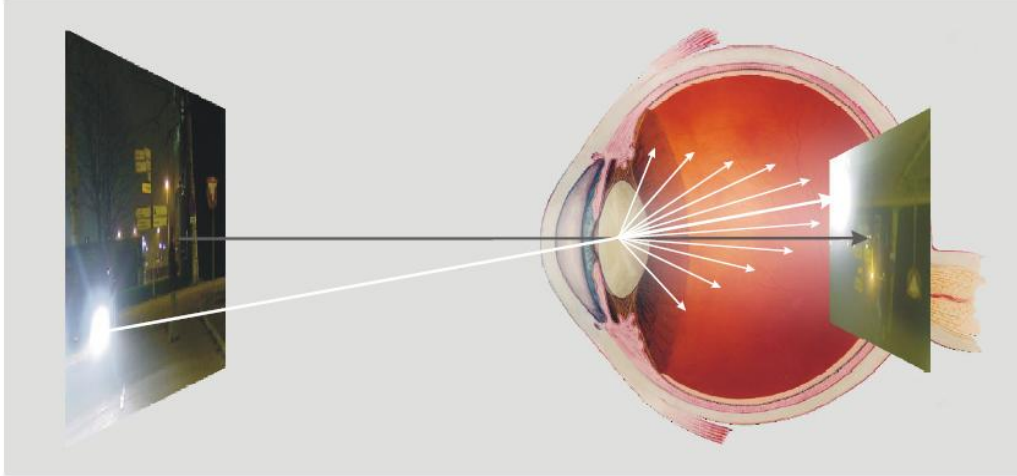
7 Haitallinen harsoluminanssi

Silmän valoa taittavat osat eivät ole optisesti täydellisiä. Tämä aiheuttaa valon siroamista silmässä, jolloin verkkokalvolle lankeavan kuvan eteen muodostuu valoharso. Tätä valoharsoa kutsutaan haitalliseksi harsoluminanssiksi, ja sen määrä vaihtelee yksilöllisesti. Haitallinen harsoluminanssi aiheuttaa erilaisia näköhaittoja, joita ovat sumentunut näkö, lisääntynyt häikäistyminen sekä värien ja kontrastien erotuskyvyn alentuminen. Lisääntynyt haitallisen harsoluminanssin määrä vaikuttaa myös enemmän näkemisen laatuun kuin alentunut näöntarkkuus. Lisäksi sen vaikutukset näkyvät mm. siroavana valohuntuna kirkkaiden valojen ympärillä sekä esimerkiksi vaikeutena tunnistaa henkilöiden kasvoja vastavaloon katsottaessa (ks. kuvio 16).



Kuvio 16. Kasvojen tunnistamisen vaikeus vastavaloon katsottaessa johtuen lisääntyneestä haitallisesta harsoluminanssista (Van den Berg 2006).

Tilanne, jossa pimeällä koetaan vastaantulevan auton ajovalot häikäisevinä, on myös yksi haitallisen harsoluminanssin seurauksista. Osa vastaantulevan auton ajovaloista siroaa silmässä eri suuntiin muodostaen verkkokalvokuvan eteen valoharson. Tällöin verkkokalvolle muodostuva kuva on epätarkka ja koko verkkokalvokuvan kontrasti on alentunut (ks. kuvio 17). (Van den Berg 2006: 2–5.)



Kuvio 17. Vastaantulevan auton ajovalojen siroaminen aiheuttaa verkkokalvokuvan kontrastin alenemisen (Van den Berg 2006).

Haitallisen harsoluminanssin mittayksikkö ilmoitetaan käyttämällä $\log(s)$ -arvoa, joka määrittää silmässä siroamattoman valon, joka muodostaa kuvan verkkokalvolle ja siroavan valon välisen suhteen. Mitä alhaisempi $\log(s)$ -arvo on, sitä vähemmän on haitallista harsoluminanssia silmässä. Nuoren, terveen silmän keskimääräinen $\log(s)$ -arvo on noin 0.87 $\log(s)$ ja sen määrä pysyy lähes muuttumattomana 40 ikävuoteen asti. Tämän jälkeen haitallisen harsoluminanssin määrä kasvaa ja 70 ikävuoteen mennessä se on noin 1.2 $\log(s)$ ja 80-vuotiaana noin 1.4 $\log(s)$. Kuitenkin todellisuudessa yksittäisiltä ihmisiltä mitatut arvot voivat poiketa huomattavasti näistä keskimääräisistä arvoista. Korkeampia, yli 2.0 $\log(s)$ -arvoja saavutetaan mittaamalla silmä, jossa on kaihi. Matalampia, noin 0.6 $\log(s)$ -arvoja saadaan puolestaan nuoresta, terveestä ja voimakkaasti pigmentoituneesta silmästä. (Van den Berg ym. 2007: 359; Van den Berg 2006: 6.)

7.1 Silmän optisen järjestelmän vaikutus valon sironnan määrään

Valon siroaminen silmässä tapahtuu valon kulkeutuessa silmän eri kerrosten läpi verkkokalvolle. Suurimpia haitallisen harsoluminanssin syntyyn vaikuttavia tekijöitä ovat sarveiskalvo, iiris ja kovakalvo, mykiö sekä silmänpohja. Haitallisen harsoluminanssin määrä on yksilöllistä ja siihen voivat lisäksi vaikuttaa henkilön ikä, silmän pigmentaatio ja mahdollisesti taittovirhekirurgia sekä silmäsairauksista esimerkiksi kaihi.

Valon sironnan määrä sarveiskalvolla ei muutu iän myötä, mutta ei-haluttua valon siroamista voi tapahtua esimerkiksi taittovirhekirurgian jälkivaikutuksena. Iiris ja kova-kalvo päästävät osittain valoa lävitseen, joten verkkokalvolle pääsevän valon määrä riippuu niiden pigmentaation tasosta. Tästä johtuen heikosti pigmentoituneilla, vaaleasilmäisillä esiintyy enemmän iiriksestä ja kovakalvosta aiheutuvaa haitallista harsoluminanssia, koska ne päästävät enemmän valoa verkkokalvolle kuin voimakkaasti pigmentoituneet ruskeasilmäiset. Myös mykiön rakenteen muutokset ja erityisesti kai-hen kehittyminen vaikuttavat lisäävästi haitallisen harsoluminanssin määrään. Silmän-pohja absorboi vain osan verkkokalvolle tulevasta valosta, jolloin osa valosta heijastuu silmänpohjan pigmentaatiosta riippuen takaisinpäin aiheuttaen valon siroamista. (Van den Berg 2006: 4.)

7.2 Häikäisy

Haitallisen harsoluminanssin yksi esiintymismuodoista on häikäisy, joka aiheuttaa epä-mukavuutta näkemisessä ja vaikeuttaa yksityiskohtien näkemistä. (Van den Berg 2006: 2). Häikäisevä valo voi olla joko suoraa tai epäsuoraa, jolloin valonlähteinä voivat olla esimerkiksi aurinko ja lamput tai kiiltävät pinnat, joista valo heijastuu (Eglo n.d.). Häi-käisy voidaan jakaa vaikutustapansa mukaan kiusa- ja estohäikäisyyn. Kiusahäikäisy aiheuttaa epä-mukavuutta näkemisessä, joka voi johtua ympäristön liiasta suuresta kirkkaudesta tai kirkkauseroista. Estohäikäisyllä tarkoitetaan puolestaan tilaa, jossa häikäisylähde aiheuttaa silmän sisäistä valon siroamista eli haitallista harsoluminanssia. Estohäikäisy heikentää näkemistä alentamalla verkkokalvolle muodostuvan kuvan kont-rastia. (Electroskandia Finland 2009: 2.)

Häikäisyn koetaan yleisesti ottaen lisääntyvän pimeällä. Tämä johtuu osittain pupillien suurenemisesta pimeässä, jolloin silmään pääsevän valon määrä lisääntyy. Näin ollen haitallisen harsoluminanssin määrä lisääntyy, mutta myös siroamattoman valon määrä kasvaa (ks. kuvio 18). Tällöin siroavan ja siroamattoman välinen suhde pysyy muuttu-mattomana. Häikäisyn määrä voi kuitenkin olla vähäisempää myös suuremmalla pupil-lilla, jos henkilöllä on esim. mykiön samentuma. (Van den Berg 2006: 7.)



Kuvio 18. Oikean puoleisessa kuvassa nähdään lisääntyneen valon sironnan suuremmat vaikutukset verrattuna vasemman puoleisen kuvaan, jossa on alentunut näöntarkkuus. (Van den Berg 2006: 2-3.)

7.3 Kaihi ja tekomykiö

Kaihi on yksi merkittävimmistä haitallisen harsoluminanssin aiheuttajista ja sen kehittymisen myötä haitallisen harsoluminanssin määrä lisääntyy huomattavasti. Merkittävin tekijä kaihen synnyssä on ikääntyminen, jonka myötä mykiön toiminta heikkenee. Lisäksi mykiön rakenteessa tapahtuu muutoksia, jotka tekevät sen sameammaksi. Yksi muutoksista on hiljalleen tapahtuva mykiön värimuutos, joka alkaa noin 20–25 vuoden iässä. Siinä mykiö muuttuu kirkkaasta kellertäväksi, jonka jälkeen se muuttuu ruskean sävyiseksi 65 ikävuoden jälkeen. Lisäksi mykiön kasvu kestää koko eliniän aiheuttaen lisää ikääntymiseen liittyviä optisia häiriöitä.

Kaihileikkauksella voidaan mahdollisesti alentaa ikääntymisen myötä lisääntyvän haitallisen harsoluminanssin määrää. Kun samentunut linssi korvataan täysin kirkkaalla tekomykiöllä, saattaa haitallinen harsoluminanssi pudota nuoren silmän tasolle. Kuitenkin on mahdollista saavuttaa korkeita haitallisen harsoluminanssin arvoja tekomykiöstä huolimatta, koska se ei poista silmän muiden osien aiheuttamaa valon siroamista. Myös jälkikaihi voi kasvattaa haitallisen harsoluminanssin arvoja. (Van den Berg ym. 2007: 358–362.)

8 Aikaisemmat tutkimukset

Täysin vastaavaa tutkimusta ei ole aikaisemmin tehty, mutta sen sijaan monitehotekomykiöiden yksittäisistä ominaisuuksista on tehty erillisiä tutkimuksia. Tutkimuksissa on myös vertailtu monitehotekomykiöllä mitattuja arvoja vastaaviin yksitehotekomykiön mittaustuloksiin. Aiemmin on tutkittu tekomykiöillä saavutettua toiminnallista näkökykyä tarkastelemalla eri linssirakenteiden, -tyyppien ja suodattimien vaikutusta leikkauksen jälkeiseen näöntarkkuuteen eri etäisyyksille, kontrastiherkkyteen, häikäistymiseen ja värien havainnointiin.

Japanin Fukuokassa tehtiin vuonna 2009 tutkimus, jossa tarkasteltiin sekä moniteho- että yksitehotekomykiöillä saavutettuja näöntarkkuusarvoja eri etäisyyksille. Molemmat tekomykiöt olivat muuten ominaisuuksiltaan mahdollisimman toisiaan vastaavat. Kaukonäöntarkkuuksissa ei havaittu merkittävää eroa tekomykiöiden välillä. Monitehoisilla tekomykiöillä saavutettiin kuitenkin huomattavasti parempi näöntarkkuus lähelle noin 30–50 cm etäisyyksille verrattuna yksitehoihin. Yksitehotekomykiöillä lähelle näkeminen vaatii erillistä lasikorjausta. Välietäisyyksille näöntarkkuudet olivat samankaltaiset. (Hayashi K. – Manabe – Hayashi H. 2009.)

Samassa tutkimuksessa tutkittiin myös kontrastiherkkyttä. Kontrastiherkkyden havaittiin laskevan sekä fotooppisissa että mesooppisissa valaistusolosuhteissa monitehotekomykiöillä verrattuna yksitehotekomykiöihin. Kuitenkaan tilastollisesti merkittävää eroa ei havaittu ryhmien välillä. (Hayashi K. ym. 2009.)

Arvioimme opinnäytetyössämme yleisesti toiminnallista näkökykyä ottaen huomioon hämärässä valaistuksessa esiintyvät näkövaatimukset, joita ei ole aikaisemmin ole tutkittu kovin paljon. Tutkimme näöntarkkuutta eri kontrastitasoilla simuloiden erilaisia valaistusolosuhteita, kontrastiherkkyttä, haitallista harsoluminanssia sekä myös linssien optiikkaa ja erilaisia optisia kuvausvirheitä.

9 Tutkimuksen toteutus

9.1 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyössämme tutkimusmenetelmä ei ole puhtaasti kvantitatiivinen eli tilastollinen tai kvalitatiivinen eli laadullinen, vaan siinä yhdistyvät molempien piirteet. Pääasiallisesti käytämme kuitenkin kvantitatiivista tutkimusmenetelmää tiedon keruussa ja analysoinnissa. Menetelmälle tyypillisiä piirteitä ovat asioiden kuvaaminen numeeristen suureiden kautta sekä tulosten havainnointi erilaisten taulukoiden ja kuvioiden avulla. Tutkimustyyppiltään opinnäytetyömme on empiirinen, sillä suoritimme itse mittaukset, joiden avulla keräsimme analysoitavan aineiston. Tutkimuksemme otoskoko on kuitenkin pieni, joten tulosten perusteella ei voi tehdä yleistettävissä olevia johtopäätöksiä. Siksi pyrimme aineiston analysoinnissa kvalitatiiviselle menetelmälle tyypillisesti lähinnä ymmärtämään tutkittavan kohteen laatua ja ominaisuuksia kokonaisvaltaisemmin. (Heikkilä 2008: 16, 18, 21.)

9.2 Tutkimusongelma

Tutkimuksemme tavoitteena on tutkia ja arvioida monitehotekomykiöllä saavutettua näkemisen laatua. Tarkoituksena on mitata erilaisia näkökykyyn vaikuttavia tekijöitä, analysoida silmän pohjalle muodostuvan kuvan laatuominaisuuksia ja optisia virheitä arvioiden niiden vaikutusta toiminnalliseen näkökykyyn. Lisäksi vertaamme tuloksia yksitehotekomykiöllä saavutettuihin arvoihin.

Tutkimuksessamme halusimme lisäksi ottaa erityisesti huomioon, että Suomessa valon määrä jakautuu eri vuodenaikoina epätasaisesti. Syksyisin ja talvisin hämärä ajanjakso on huomattavasti pidempi kuin monissa muissa maissa. Etenkin talvisin, kun lunta on paljon ja suurin osa vuorokaudesta on pimeää, voi monitehotekomykiön rakenteella olla vaikutusta joidenkin näköhäiriöiden korostumiseen. Tutkimusongelmamme pohjalta laadimme kolme sitä kuvaavaa tutkimuskysymystä:

1. Minkälainen on monitehotekomykiöllä saavutettu toiminnallinen näkökyky?
2. Minkälainen on monitehotekomykiön toimivuus verrattuna yksitehotekomykiöön?
3. Mitä vaikutuksia monitehotekomykiön rakenteella on hämäränäkemiseen?

9.3 Tutkimuksen eteneminen

Opinnäytetyömme aihe syntyi helmikuussa 2012, kun Huyen oli työelämäharjoittelussa kaihileikkauksia suorittavassa Laser Tillassa. Harjoittelun aikana tuli esiin mahdollisuus tehdä opinnäytetyöyhteistyössä Laser Tilkan ja Alconin kanssa aiheesta monitehotekomykiöt. Opintoihin palattuamme lehtori Juha Päällysaho ehdotti Zeiss i.Profiler –mittauslaitteen hyödyntämistä monitehotekomykiöiden tuottaman kuvan laatuominaisuuksien tutkimisessa. Maaliskuussa järjestimme tapaamisen Alconin edustajan Jukka Häkämiehen kanssa, jolloin keskustelimme yhdessä aiheesta syntyneistä ideoista ja ajatuksista. Tarkemmin aihe jäsenyi vasta tapaamisen jälkeen, kun olimme päättäneet, mitä asioita opinnäytetyössämme haluaisimme tutkia ja miten.

Mittausten suorittaminen kaihileikkauspotilaille vaati tutkimusluvan saamista Laser Tilkan Johtoryhmältä. Aloitimme helmikuussa 2012 tutkimussuunnitelman laatimisen. Tutkimussuunnitelman toimitimme Laser Tilkkaan, jonka jälkeen tutkimuslupa myönnettiin kesäkuussa. Kesän aikana kirjoitimme myös opinnäytetyömme teoriaosuuden valmiiksi.

Ennen varsinaisia mittauksia järjestimme kaksi harjoituskertaa, joissa tutustuimme laitteiden käyttöön tarkemmin, suunnittelimme mittauksen käytännön toteuttamista ja harjoittelimme mittausrutiinia käytännössä. Varsinaiset mittaukset potilaille ajoitettiin suoritettaviksi syyskuun aikana, ja mittauskertoja oli yhteensä kuusi. Tutkimustulokset kirjassimme laatimiimme lomakkeisiin. Tulosten purku ja analysointi SPSS-ohjelmalla tapahtui lokakuun aikana.

9.4 Tutkimuksen perusjoukko ja otos

Tutkimuksen perusjoukko koostuu niistä henkilöistä, joista tutkimuksella ollaan kiinnostettu hankkimaan tietoa. Mikäli tutkitaan koko perusjoukko, on kyseessä kokonaistutkimus. Otantatutkimuksessa tutkitaan ainoastaan tietty perusjoukon osa. Opinnäytetyössämme tutkimuksen perusjoukko koostuu ikänäköisistä henkilöistä, joilta on leikattu kaihi, ja joille on laitettu joko yksiteho- tai monitehotekomykiö. Otos kuvaa tutkimukseen todellisuudessa osallistuneita henkilöitä, joiden avulla kerätään tietoa tutkittavasta ilmiöstä. (Heikkilä 2008: 14.) Tutkimuksemme otos koostui 13 henkilöstä, joista

seitsemällä oli monitehoinen ja kuudella yksitehoinen tekomykiö. Tutkittavien iät vaihtelivat 46–73 ikävuoden välillä.

Alun perin tavoitteenamme oli tutkia yhteensä vähintään 16 henkilöä, joista puolella olisi ollut monitehoinen tekomykiö ja puolella yksitehoinen tekomykiö. Koska tutkimuksemme tavoitteena oli selvittää, millainen on monitehotekomykiön rakenteen vaikutus kuvan laatuominaisuuksiin, toimivat yksitehotekomykiöpotilaat verrokkiryhmänä.

Tutkittavat opinnäytetyöhöemme valitsi Laser Tilkan optikko Tapio Aho, joka oli jo aiemmin suorittanut potilaille esi- ja jälkitutkimukset. Poissulkevia valintakriteereitä tutkimuksessamme olivat silmämepohjassa esiintyvät ongelmat tai muut näkökykyä heikentävät komplikaatiot, eripariset silmät sekä normaalia alhaisempi näöntarkkuus jälkitarkastuksessa. Näin ollen pystyttäisiin mahdollisimman hyvin vertailemaan ainoastaan tekomykiön rakenteen vaikutusta näkökykyyn. Lisäksi tutkimuksen ulkopuolelle jätettiin hajataittoa korjaavat tooriset tekomykiöt. Kriteerit täyttäneitä potilaita löytyi yhteensä 14, joista yksi kuitenkin päätti jättäytyä pois tutkimuksesta.

9.5 Mittaukset

Mittaukset tutkittaville suoritettiin syyskuun aikana kuutena eri mittauskertana. Tutkimuspaikkana toimi Metropolia Ammattikorkeakoulun Mannerheimintien toimipiste. Tutkimustilana käytettiin optometrian koulutusohjelman näöntutkimustilaa, jossa järjestimme yhden tutkimushuoneen mittauksiimme sopivaksi. Kullekin mittauskerralle osallistui 2-3 tutkittavaa. Jokaista tutkittavaa kohden varattiin aikaa 40 minuuttia.

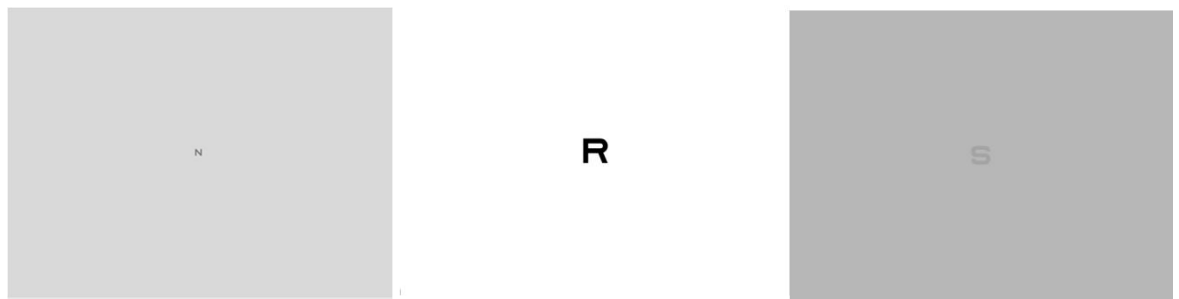
Kaikkien mittausten aikana Zeiss i.Profiler:ia lukuun ottamatta tutkittavilla oli kasvoilla koekehys, johon oli laitettu jälkitarkastuksessa määritetty paras kaukolasikorjaus. Ennen mittauksia asiakkaille suoritettiin pienimuotoinen oirekysely subjektiivisten oireiden selvittämiseksi, ja lopussa lehtori Juha Päällysaho mikroskopsi tutkittavien silmät.

9.5.1 Näöntarkkuus

Näöntarkkuuksien mittaamiseen kauas käytimme Freiburg Visual Acuity & Contrast Test – ohjelmaa. Testietäisyys mittauksissamme oli viisi metriä. Mittaukset suoritettiin ensik-

si vuorotellen toinen silmä peitettynä eli monokulaarisesti ja tämän jälkeen molemmat silmän auki eli binokulaarisesti. Huonevalaistus oli hämärä mittausten aikana. Tutkittavien tehtävänä oli tunnistaa ja nimetä näytöllä esiintyvät kirjaimet. Testimerkkeinä käytettiin Sloanin kirjaimia, joihin kuuluvat kirjaimet C, D, H, K, N, O, R, S, V ja Z.

Näöntarkkuudet mitattiin kolmella eri kirjaimen ja taustan välisellä kontrastitasolla – korkealla 100 %, keskitasoisella 50 % ja matalalla 10 % kontrastilla. Mittaamalla näöntarkkuuksia eri kontrasteilla voidaan simuloida näkemistä eri valaistusolosuhteissa. Korkea- ja keskikontrastiset näöntarkkuudet simuloivat näkemistä normaalissa fotooppisessa yleisvalaistuksessa. Hämärässä mesooppisessa valaistuksessa näkemistä vastasi 10 % kontrastilla tehty matalakonstrastinen mittaus.



Kuvio 19. Vasemmalla 50 % keskikontrastilla, keskellä korkealla 100 % kontrastilla ja oikealla matalalla 10 % kontrastilla mitattuna näöntarkkuus.

9.5.2 Kontrastiherkkyys

Kontrastiherkkyden mittauksessa käytimme Neuro-kirjainkontrastiherkkyystestiä. Suositeltu testietäisyys on 100–200 cm, joten teimme mittaukset 120 cm etäisyydelle. Mittaus tapahtui normaalissa yleisvalaistuksessa, ja se tehtiin sekä monokulaarisesti että binokulaarisesti. Kussakin testitaulussa on yhteensä 15 kirjainta. Jokaiselle mittaukskerralle löytyy oma testitaulunsa – ensimmäinen taulu on tarkoitettu oikealle silmälle, toinen vasemmalle ja kolmas binokulaariseen mittaukseen. Kirjainten kontrasti heikenee vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas. Matalakonstrastisin kirjain, jonka tutkittava vielä pystyy tunnistamaan oikein, määrittää kontrastiherkkyden raja-arvon. (NEURO-testiohje n.d.)

Mittauksissa saatuja tuloksia voidaan myös verrata keskivertosuomalaisten kontrastiherkkyytuloksiin, sillä testissä on esitetty eri tulosten esiintyvyys suhteutettuna mitattuun suomalaisväestöön. Testitaulun ensimmäisen eli kontrastiltaan suurimman kirjaimen arvo on log 0.693 ja viimeisen eli kontrastiltaan pienimmän kirjaimen arvo log 2.80. Keskivertotulosta edustaa alarivin ensimmäinen kirjain, joka on arvoltaan log 2.20. Jos mitattu arvo on log 1.75, voidaan epäillä kontrastiherkkyden jo alentuneen. Arvoltaan log 1.60 tai matalampi arvo viittaa jo selvästi poikkeavaan tulokseen. (NEURO-testiohje n.d.)

Kontrastiherkkydellä on merkittävä vaikutus henkilön näkemisen laatuun ja toiminnalliseen näkökykyyn. Lisäksi mittaamalla kontrastiherkkyttä voidaan arvioida luotettavammin hämäränäön toimivuutta. Hämärässä esiintyvien näkökohteiden kontrastit ovat yleensä matalia. Tämän vuoksi, mitä parempi kontrastiherkkyys on, sitä paremmin pystyy erottamaan kohteita ja yksityiskohtia hämärässä valaistuksessa. Ympäristön valaistustasolla on myös vaikutusta kontrastiherkkyteen, sillä hämärässä kohteen erottamiseen vaaditaan suurempi kontrastiero kuin kirkkaassa valaistuksessa.

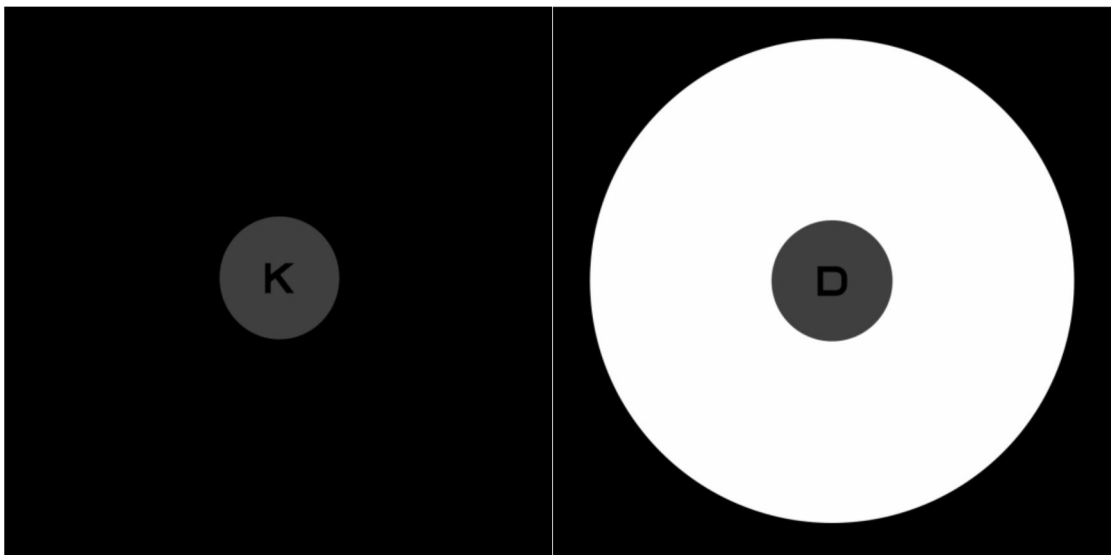


Kuvio 20. Kuvassa kontrastiherkkyttä mittaava Neuro-kirjainkontrastiherkkyystesti.

9.5.3 Haitallinen harsoluminanssi

Haitallista harsoluminanssia mittasimme dosentti Risto Näsänen kehittämällä Glare 1.0 – tietokoneohjelmalla. Testissä mitataan kontrastiherkkyden kynnsarvo ilman häikäisylähdettä ja häikäisylähteen kanssa. Mitatuista kontrastikynnsarvoista lasketaan suhdeluku, joka kertoo tutkittavan silmän haitallisen harsoluminanssin määrän. Tutkimusetäisyytenä mittauksissamme oli 70 cm, ja tutkimus tehtiin hämärässä valaistuksessa binokulaarisesti.

Tutkittavan tehtävänä on tunnistaa ruudulla 300 ms ajan näkyviä kirjaimia. Kirjaimet esitetään renkaan sisäpuolella. Kirjainten kontrasti vaihtelee, ja tunnistaminen tapahtuu sekä häikäisylähteen kanssa että ilman sitä. Häikäisylähteenä toimii kirkas valkoinen rengas. Ohjelmassa käytetyt kirjaimet ovat Sloanin kirjaimia sekä kirjaimet A, B ja Z.



Kuvio 21. Vasemmalla testikirjain ilman häikäisyä ja oikealle vaalean renkaan eli häikäisylähteen kanssa. (Näsänen 2010.)

Haitallisen harsoluminanssin tiedetään aiheuttavan erilaisia näköongelmia kuten alentunutta kontrastiherkkyttä, häikäistymistä sekä haloilmiöitä. Mittaamalla tutkittavilta haitallisen harsoluminanssin määrä saadaan lisätietoa näkemisen laadusta. Halusimme myös selvittää, onko monitehotekomykiön rengasmaisella diffraktiivisella optiikalla valon sirontaa lisäävä vaikutus verrattuna yksitehotekomykiöihin.

9.5.4 Silmän aberraatiot

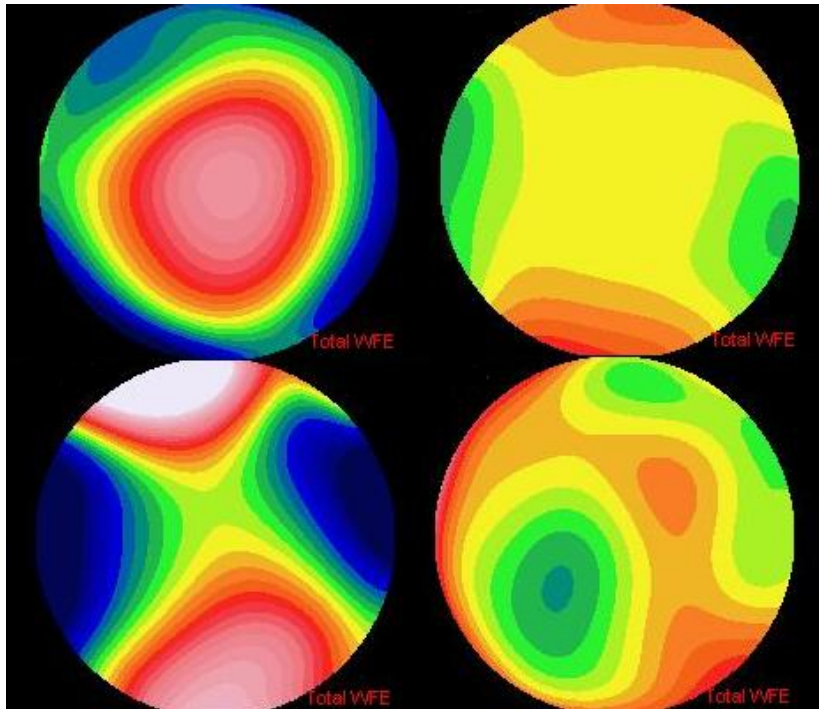
Silmän pohjalle muodostuvan kuvan laatuominaisuuksia mittasimme Zeiss i.Profiler –mittauslaitteella (ks. kuvio 21). Laite sisältää autorefraktometrin, joka mittaa objektiivisesti silmän taittovirheen 3 mm, 5 mm ja 7 mm pupilliaukoilla. Lisäksi laitteessa on keratometri, ja sarveiskalvon pinnan muodon sekä pinnan muodosta aiheutuneiden aberraatioiden kuvaajana topografi. Laitteen Shack-Hartmann aaltorintama-aberrometri mittaa noin 1 500 pistettä pupilliaukon alueelta, jonka perusteella luodaan 3D-profiilin tutkittavan silmän aberraatioista ja mitataan niiden tarkat määrät ja suhteelliset osuudet (ks. kuvio 23). Mittaus molemmille silmille kestää alle minuutin. (Zeiss 2010.)



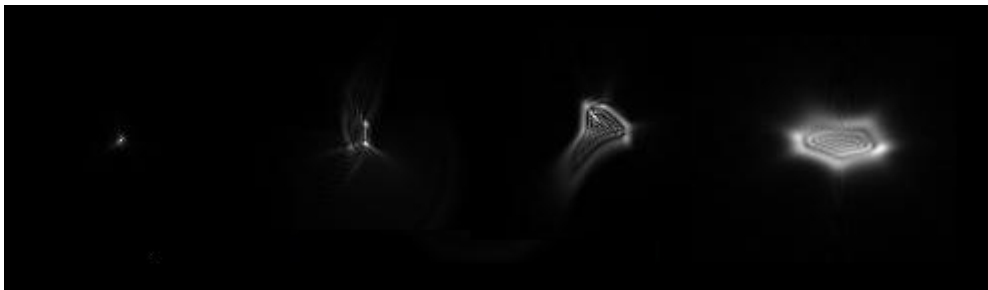
Kuvio 22. Zeiss i.Profiler – mittauslaite, jossa yhdistyvät aberrometri, sarveiskalvon topografi ja autorefraktometri samassa järjestelmässä. (Zeiss 2010.)

Selvittämällä silmän aberraatioiden määrän ja niiden suhteellisen jakauman, voidaan arvioida silmän optiikan ja verkkokalvolle muodostuvan kuvan laatua. Lisäksi mittauslaitteessa esitetään PSF eli Point Spread Function –tulokset kullekin tutkittavalle, mitkä kuvaavat valonlähteen pistemäistä kuvautumista eli kuinka yksittäinen kohde kuvautuu silmän optisessa järjestelmässä. Tulosten avulla voidaan määrittää erilaisten aberraatioiden vaikutus näkemiseen, ja arvioida tutkittavan verkkokalvolle muodostuvan kuvan laatua (ks. kuvio 24). Ideaalituloksessa valonlähde kuvautuu tarkkarajaiseksi pisteeksi.

Mitä enemmän silmässä esiintyy erilaisia aberraatioita, sitä enemmän valonlähde leviää ja hajaantuu. (Contact Lens Spectrum 2008.)



Kuvio 23. Eri aberraatioita silmässä.



Kuvio 24. Eri aberraatioiden vaikutukset valonlähteen pistemäiseen kuvautumiseen.

Sfäärinen kokonaisaberraatio koostuu sarveiskalvon positiivisesta ja mykiön negatiivisesta sfärisestä aberraatiosta, jolloin ne kompensoivat toisiaan. Kuitenkin ikääntymisen myötä mykiön negatiivinen aberraatio alkaa muuttua positiivisemmaksi, jolloin se vaikuttaa silmän sfärisen aberraation kokonaismäärään. Kaihileikkauksen jälkeen poistetaan samentunut mykiö, joka korvataan kirkaalla tekomykiöllä, mikä muuttaa silmän sfäristä aberraatiokokonaisuutta. Olettamuksena oli, että leikkauksen jälkeen sarveiskalvon aberraatio voi tulla hallitsevaksi. Kiinnostuksemme kohteena oli myös, vaikut-

taako monitehon diffraktiivinen rakenne korkeamman asteen aberratioiden - etenkin koman ja trefoilin - määrään silmässä.

9.5.5 Oirekysely

Ennen varsinaisten mittausten aloittamista, tehtiin kaikille tutkittaville pienimuotoinen oirekysely. Siinä tutkittavia pyydettiin arvioimaan asteikolla 1-4 erilaisten oireiden yleisyyttä. Vastausvaihtoehdoista numero 1 tarkoitti, että oireita ei esiintynyt koskaan tai harvoin, 2 oli joskus, 3 usein ja 4 hyvin usein. Kysymyksiä oli yhteensä viisi, ja lisäksi lopussa esitettiin avoin kysymys, jossa tutkittava sai tuoda esille, mikäli oli itse kokenut muita ongelmia näkemisessä, joita kysymyksissä ei ollut tullut esille. Kyselyssä selvitettyjä asioita olivat hämärässä näkeminen, häikäistyminen, valorenkaat sekä näkemisen tarkkuus kauas ja lähelle (ks. liite 2).

10 Tutkimustulokset

Tuloksissa viittaamme monitehotekomykiö-ryhmään ryhmänä 1 ja yksitehotekomykiö-ryhmään ryhmänä 2. Tulosten esittämisessä käytimme laskettuja lukuja kuten keskiarvo ja moodi. Tulosten keskiarvo saadaan jakamalla havaintoarvojen summa niiden kokonaislukumäärällä. Moodi eli tyyppiarvo puolestaan kuvaa aineistossa useimmin esiintynyttä arvoa. (Heikkilä 1999: 81–82.) Lisäksi käytimme hajontaluvuista vaihteluväliä ilmaisemaan tulosten pienimmän ja suurimman muuttujan arvon välin.

10.1 Näöntarkkuus 100 % kontrastilla

Useimmiten normaalin hyvän näöntarkkuuden rajana pidetään arvoa 1.0 korkealla kontrastilla mitattuna. Ryhmällä 1 näöntarkkuuden keskiarvo 100 % kontrastilla oli binokulaarisesti 1.25. Oikealla silmällä mitattuna keskiarvo oli 1.12 ja vasemmalla 1.00. Ryhmällä 2 puolestaan binokulaarisen näöntarkkuuden keskiarvo 100 % kontrastilla oli 1.20. Sekä oikealla että vasemmalla silmällä keskiarvoksi saatiin 1.05.

Näöntarkkuus 100 % kontrastilla

Keskiarvot

Vaihteluväli

Tekomykiö	Keskiarvot			Vaihteluväli		
	Oikea	Vasen	Binokulaarinen	Oikea	Vasen	Binokulaarinen
Moniteho	1.12	1.00	1.25	0.62–1.78	0.54–1.59	0.98–1.63
Yksiteho	1.05	1.05	1.20	0.67–1.54	0.57–1.57	0.75–1.63

Taulukko 1. Näöntarkkuuden keskiarvot ja vaihteluväli 100 % kontrastilla mitattuna eri tekomykiötyypeillä.

Ryhmällä 1 binokulaarisen näöntarkkuuden vaihteluväli oli 0.98–1.63. Oikealla silmällä näöntarkkuuksien arvot vaihtelivat ryhmässä 0.62–1.78 välillä, ja vasemmalla silmällä 0.54–1.59 välillä. Ryhmällä 2 binokulaarisesti mitattuna alhaisin näöntarkkuusarvo oli puolestaan 0.75 ja korkein 1.63. Näöntarkkuusarvojen vaihteluväli oikealla silmällä mitattuna oli 0.67–1.54 ja vasemmalla 0.57–1.57 (ks. taulukko 1).

10.2 Näöntarkkuus 50 % kontrastilla

Näöntarkkuuden keskiarvo 50 % kontrastilla oli ryhmällä 1 binokulaarisesti mitattuna 1.14. Oikealla silmällä keskiarvoksi saatiin 0.91 ja vasemmalla 1.00. Ryhmällä 2 binokulaarisen näöntarkkuuden keskiarvo oli 1.08. Oikealla silmällä keskiarvo oli 1.06 ja vasemmalla silmällä 1.11.

Näöntarkkuus 50 % kontrastilla

Tekomykiö	Keskiarvot			Vaihteluväli		
	Oikea	Vasen	Binokulaarinen	Oikea	Vasen	Binokulaarinen
Moniteho	0.91	1.00	1.14	0.64–1.34	0.71–1.34	0.89–1.84
Yksiteho	1.06	1.11	1.08	0.76–1.48	0.94–1.38	0.72–1.41

Taulukko 2. Näöntarkkuuden keskiarvot ja vaihteluväli 50 % kontrastilla mitattuna eri tekomykiötyypeillä.

Ryhmällä 1 binokulaarisen näöntarkkuuden vaihteluväli oli 0.89–1.84. Oikealla silmällä näöntarkkuudet vaihtelivat arvojen 0.64–1.34 välillä ja vasemmalla silmällä 0.71–1.34 välillä. Ryhmällä 2 binokulaarisesti mitattu alhaisin arvo oli 0.72 ja korkein 1.41. Näöntarkkuuksien vaihteluväli oikealla silmällä oli 0.76–1.48 ja vasemmalla 0.94–1.38 (ks. taulukko 2).

10.3 Näöntarkkuus 10 % kontrastilla

Näöntarkkuuksien keskiarvo 10 % kontrastilla mitattuna oli ryhmällä 1 binokulaarisesti 0.63. Oikealla silmällä keskiarvoksi saatiin 0.61 ja vasemmalla silmällä 0.59. Ryhmällä 2 binokulaarisen näöntarkkuuden keskiarvo puolestaan oli 0.78. Oikean silmän keskiarvo oli 0.57 ja vasemman 0.63.

Alhaisin mitattu binokulaarinen näöntarkkuusarvo ryhmässä 1 oli 0.38 ja korkein 0.90. Oikealla silmällä näöntarkkuuksien vaihteluväli oli 0.47–0.92 ja vasemmalla silmällä 0.37–0.98. Ryhmässä 2 alhaisin binokulaarinen arvo oli 0.59 ja korkein 1.20. Oikealla

silmällä näöntarkkuuksien vaihteluväli oli 0.45–0.74 ja vasemmalla silmällä 0.42–1.08 (ks. taulukko 3).

Näöntarkkuus 10 % kontrastilla

Tekomykiö	Keskiarvot			Vaihteluväli		
	Oikea	Vasen	Binokulaarinen	Oikea	Vasen	Binokulaarinen
Moniteho	0.61	0.59	0.63	0.47–0.92	0.37–0.98	0.38–0.90
Yksiteho	0.57	0.63	0.78	0.45–0.74	0.42–1.08	0.59–1.20

Taulukko 3. Näöntarkkuuden keskiarvot ja vaihteluväli 10 % kontrastilla mitattuna eri tekomykiötyypeillä.

10.4 Kontrastiherkkyys

Testin normiarvojen kontrastiherkkyiden mediaaniarvona pidetään log 2.20 kontrastiherkkyysarvoa. Sen sijaan alentuneeseen kontrastiin viittaa arvo log 1.75. Mikäli tulokseksi saadaan log 1.60 tai alhaisempi arvo, voidaan tulosta pitää poikkeavana. Kontrastiherkkyiden keskiarvo ryhmällä 1 oli binokulaarisesti 2.26, oikealla silmällä 2.05 ja vasemmalla silmällä 1.99. Ryhmällä 2 keskiarvo puolestaan oli binokulaarisesti 2.30, oikealla silmällä 2.15 ja vasemmalla silmällä 2.20. Kontrastiherkkyiden moodi oli molemmissa ryhmissä binokulaarisesti 2.20 ja monokulaarisesti sekä oikealla ja vasemmalta silmällä 2.05.

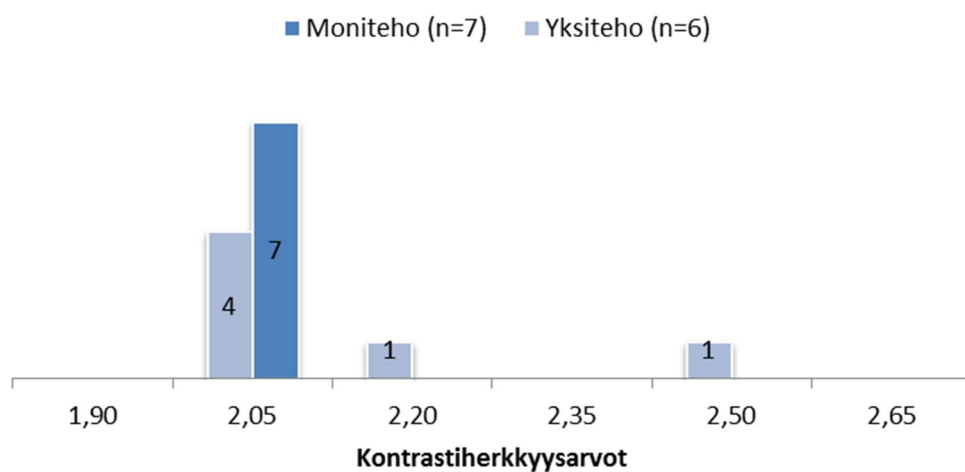
Kontrastiherkkyysarvot

Tekomykiö	Keskiarvot			Vaihteluväli		
	Oikea	Vasen	Binokulaarinen	Oikea	Vasen	Binokulaarinen
Moniteho	2.05	1.99	2.26	2.05–2.05	1.90–2.05	2.05–2.50
Yksiteho	2.15	2.20	2.30	2.05–2.20	2.05–2.65	2.20–2.50

Taulukko 4. Kontrastiherkkyysarvojen keskiarvot eri ryhmissä.

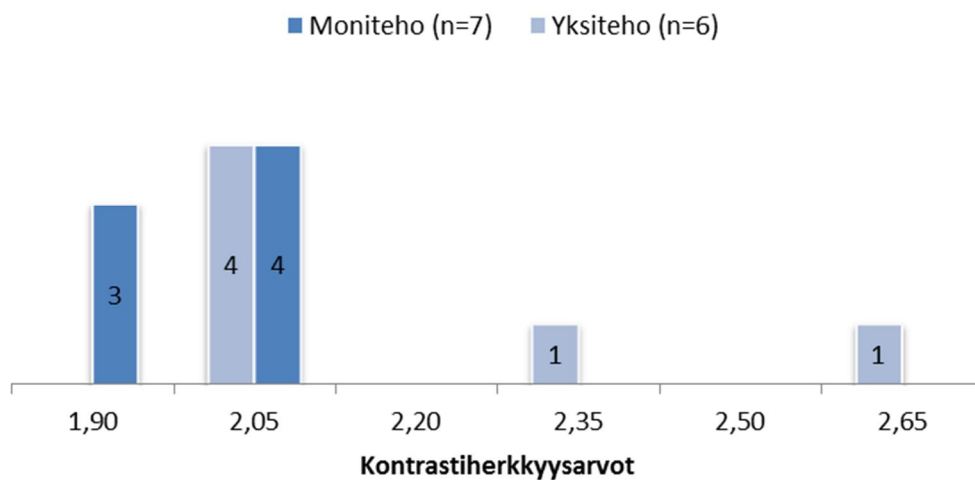
Suurin saavutettu kontrastiherkkyiden arvo oli molemmissa ryhmissä binokulaarisesti 2.50. Sen sijaan pienin kontrastiherkkyysarvo ryhmällä 1 oli 2.05 ja ryhmällä 2 puolestaan 2.20. Oikealla silmällä mitattuna ryhmässä 1 kontrastiherkkyysarvoksi saatiin kaikilla tutkittavilla 2.05. Ryhmässä 2 mitattu vaihteluväli oli 2.05–2.50. Vasemmalla silmällä kontrastiherkkyysarvojen vaihteluväli ryhmässä 1 oli 1.90–2.05 ja ryhmässä 2 vaihteluväli oli 2.05–2.65 (ks. taulukko 4). Kunkin kontrastiherkkyysarvon saavuttaneiden tutkittavien lukumäärät eri ryhmissä on esitetty kuvioissa 25–27.

Kontrastiherkkyys oikealla silmällä



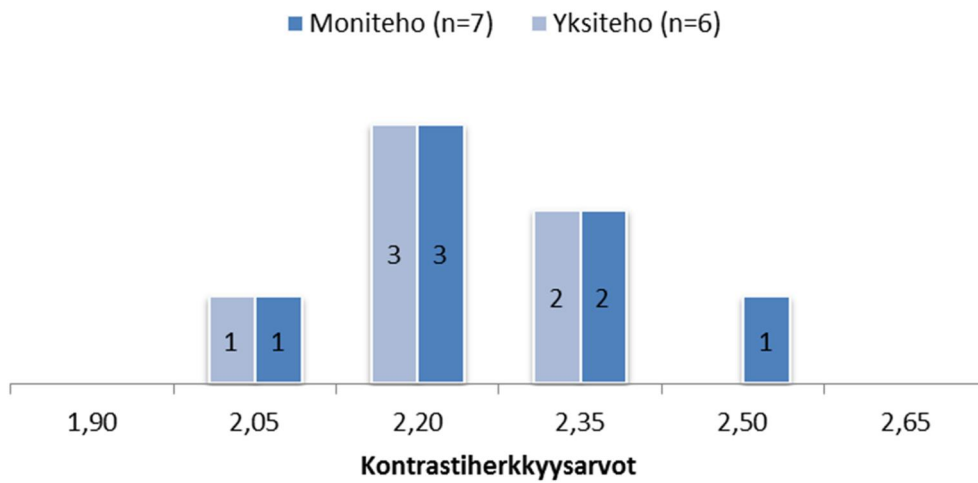
Kuvio 25. Eri kontrastiherkkyysarvojen saavuttaneiden tutkittavien lukumäärä eri ryhmissä.

Kontrastiherkkyys vasemmalla silmällä



Kuvio 26. Eri kontrastiherkkyysarvojen saavuttaneiden tutkittavien lukumäärä eri ryhmissä.

Kontrastiherkkyys binokulaarisesti



Kuvio 27. Eri kontrastiherkkyysarvojen saavuttaneiden tutkittavien lukumäärä eri ryhmissä.

10.5 Haitallinen harsoluminanssi

Nuoressa terveessä silmässä haitallisen harsoluminanssin keskimääräinen arvo on noin 0,87 log(s), mutta iän myötä määrä kasvaa. Yli 2,0 log(s)-arvoja pidetään jo korkeina. Haitallisen harsoluminanssin määrän keskiarvo ryhmässä 1 oli 1,24 ja ryhmässä 2 keskiarvo oli 1,02. Alhaisin mitattu haitallisen harsoluminanssin määrä ryhmässä 1 oli 1,11 ja korkein 1,40. Ryhmässä 2 alhaisin mitattu arvo oli 0,75 ja korkein 1,38 (ks. taulukko 5).

Haitallinen harsoluminanssi

Tekomykiö	Keskiarvo	Korkein arvo	Matalin arvo
Moniteho	1.24	1.40	1.11
Yksiteho	1.02	1.38	0.75

Taulukko 5. Haitallisen harsoluminanssin keskiarvo, korkein arvo ja matalin arvo eri ryhmissä.

10.6 Silmän aberraatiot

Alemmat asteen aberraatioihin kuuluvat pääasiallisesti epätarkkuus ja astigmatismi. Ne ovat silmän optisen järjestelmän hallitsevia kuvausvirheitä, ja niillä on suurempi vaikutus näkemisen tarkkuuteen. Ryhmässä 1 epätarkkuuden keskiarvoksi saatiin oikealla silmällä 0,29 ja vasemmalla silmällä 0,40. Ryhmässä 2 vastaava keskiarvo oli oikealla silmällä 0,26 ja vasemmalla silmällä 0,27. Ryhmässä 1 epätarkkuuden vaihteluväli oli oikealla silmällä 0,10–0,59 ja vasemmalla 0,02–0,91. Sen sijaan ryhmässä 2 vaihteluväli oli oikealla silmällä 0,02–0,90 ja vasemmalla 0,05–0,63.

Astigmatismien määrän keskiarvoksi saatiin ryhmässä 1 oikeassa silmässä 0,24 ja vasemmassa 0,21, ja vastaavasti ryhmässä 2 keskiarvo oli oikeassa silmässä 0,46 ja 0,40. Vaihteluväli ryhmässä 1 oli oikeassa silmässä 0,14–0,40 ja vasemmassa silmässä 0,05–0,39. Ryhmässä 2 vaihteluväli oli 0,07–1,50 oikeassa silmässä ja 0,08–1,15 vasemmassa silmässä.

Korkeamman asteen aberraatioihin puolestaan kuuluvat muun muassa koma, trefoil ja sfäärinen aberraatio. Niiden määrä silmässä on pienempi, jolloin vaikkei niiden vaikutus näöntarkkuuteen ole yhtä suuri, niin ne vaikuttavat ennen kaikkea verkkokalvokuvan laatuun. Korkeamman asteen aberraatioista koman määrän keskiarvo ryhmässä 1 oli oikeassa silmässä 0,10 ja vasemmassa silmässä 0,08. Ryhmässä 2 keskiarvo oli oikeassa silmässä 0,13 ja vasemmassa silmässä 0,10. Vaihteluväli ryhmässä 1 oli 0,01–0,23 oikeassa silmässä ja vasemmassa silmässä 0,02–0,19. Ryhmän 2 vaihteluväli oli oikeassa silmässä 0,04–0,27 ja vasemmassa silmässä 0,02–0,18 (ks. taulukko 6).

Koma

Tekomykiö	Keskiarvo oikea/vasen		Korkein arvo oikea/vasen		Matalin arvo oikea/vasen	
Moniteho	0,10	0,08	0,23	0,19	0,01	0,02
Yksiteho	0,13	0,10	0,27	0,18	0,04	0,02

Taulukko 6. Koman määrän keskiarvo sekä korkein ja matalin arvo eri ryhmissä.

Trefoilin määrän keskiarvoksi saatiin ryhmässä 1 oikeassa silmässä 0,09 ja vasemmassa silmässä 0,10. Ryhmässä 2 keskiarvo oli 0,16 oikeassa silmässä ja vasemmassa silmässä 0,21. Vaihteluväli ryhmässä 1 oli oikeassa silmässä 0,05-0,16 ja vasemmassa 0,02-0,17. Sen sijaan ryhmässä 2 vaihteluväli oli oikeassa silmässä 0,02-0,41 ja vasemmassa silmässä 0,01-0,70 (ks. taulukko 7).

Trefoil

Tekomykiö	Keskiarvo oikea/vasen		Korkein arvo oikea/vasen		Matalin arvo oikea/vasen	
Moniteho	0,09	0,10	0,16	0,17	0,05	0,02
Yksiteho	0,16	0,21	0,41	0,70	0,02	0,01

Taulukko 7. Trefoilin määrän keskiarvo sekä korkein ja matalin arvo eri ryhmissä.

Sfäärisen aberraation määrän keskiarvo ryhmässä 1 oli oikeassa silmässä 0,04 ja vasemmassa 0,03. Ryhmässä 2 keskiarvoksi saatiin oikealla silmällä 0,05 ja vasemmalla 0,04. Vaihteluväli ryhmässä 1 oli oikealla silmällä 0,01-0,08 ja vasemmalla silmällä 0,01-0,10. Ryhmässä 2 vaihteluväli oli 0,01-0,08 oikeassa silmässä ja vasemmassa silmässä 0,00-0,11 (ks. taulukko 8).

Sfäärinen aberraatio

Tekomykiö	Keskiarvo oikea/vasen		Korkein arvo oikea/vasen		Matalin arvo oikea/vasen	
Moniteho	0,04	0,03	0,08	0,10	0,01	0,01
Yksiteho	0,05	0,04	0,08	0,11	0,01	0,00

Taulukko 8. Sfäärisen aberraation määrän keskiarvo sekä korkein ja matalin arvo eri ryhmissä.

10.7 Oirekysely

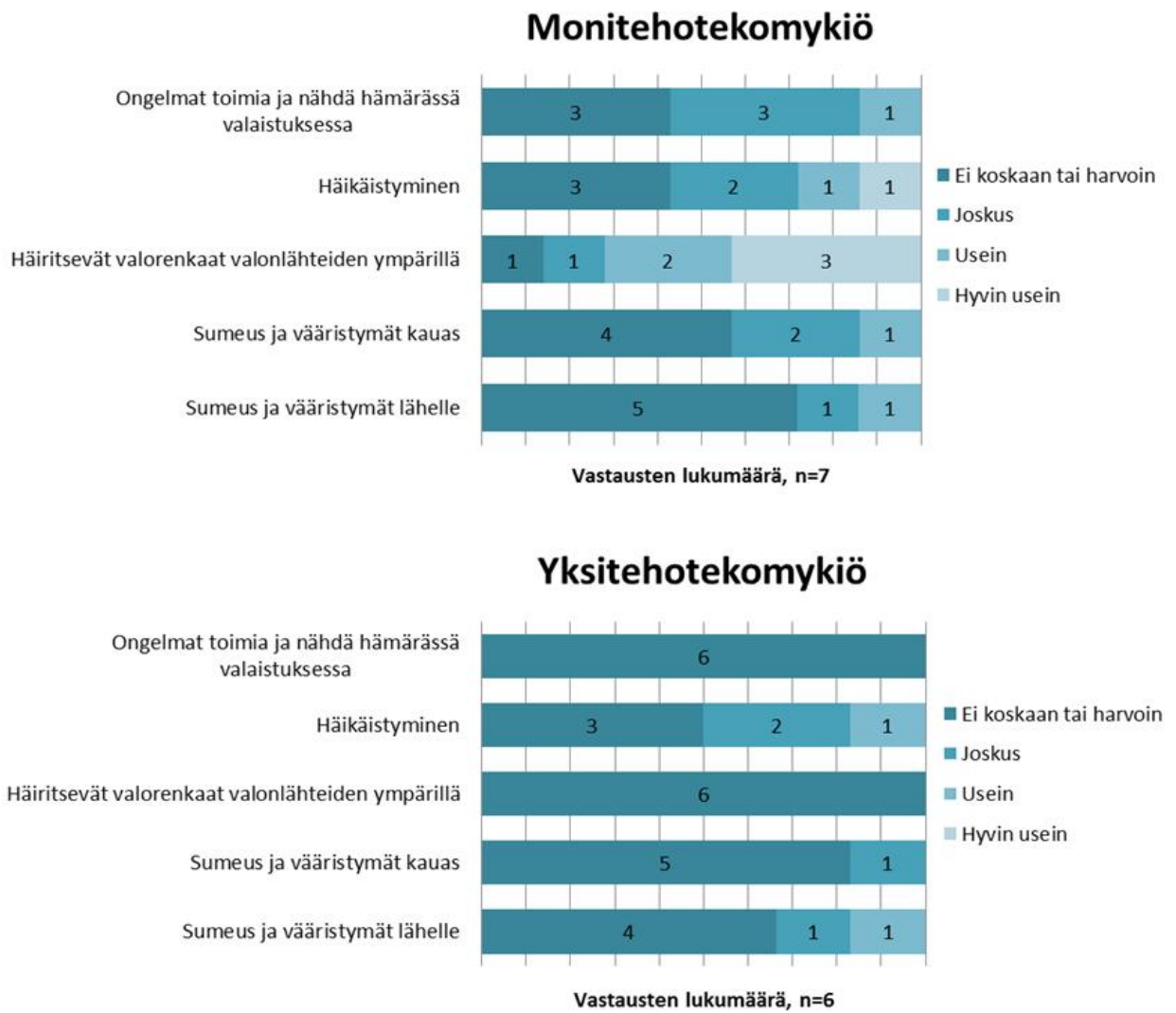
Ensimmäisenä kysymyksenä oli "Onko esiintynyt ongelmia nähdä ja toimia hämärässä valaistuksessa?". Ryhmän 1 vastausten keskiarvo oli 1,71 ja ryhmän 2 keskiarvo oli 1,00. Ryhmän 1 vastaukset vaihtelivat vaihtoehtojen 1-3 välillä. Tutkittavista puolet eli kolme henkilö vastasi ei koskaan tai harvoin ja kolme joskus. Ainoastaan yksi tutkittava vastasi oireiden esiintyvyydeksi usein. Sen sijaan kaikki ryhmässä 2 vastasivat ensimmäiseen kysymykseen oireiden esiintyvyydeksi ei koskaan tai harvoin.

Seuraava esitetty kysymys oli "Kuinka usein koet häikäistymistä?". Ryhmän 1 keskiarvoksi saatiin 2,00 ja ryhmän 2 keskiarvoksi 1,67. Ryhmässä 1 vastaukset vaihtelivat arvojen 1-4 välillä. Kolme tutkittavaa vastasi kokevansa häikäistymistä ei koskaan tai harvoin ja kaksi joskus. Kuitenkin yksi vastasi kuitenkin oireiden esiintyvyydeksi hyvin usein ja yksi usein. Myös ryhmässä 2 kolme tutkittavaa vastasi kokevansa häikäistymistä ei koskaan tai harvoin ja kaksi joskus. Ainoastaan 1 tutkittava vastasi oireita esiintyvän usein.

Kolmanteen kysymykseen, "Kuinka usein koet häiritseviä valorenkaita valonlähteiden ympärillä?", ryhmän 1 vastausten keskiarvoksi saatiin 3,00 ja ryhmässä 2 keskiarvo oli 1,00. Ryhmässä 1 arvot vaihtelivat 1-4. Ryhmässä 1 kolme henkilöä vastasi oireiden esiintyvyydeksi hyvin usein, kaksi vastasi usein. Lisäksi yksi henkilö vastasi joskus ja yksi ei koskaan tai harvoin. Ryhmässä 2 kaikki vastasivat ei koskaan tai harvoin.

Neljäntenä kysymyksenä oli "Oletko kokenut sumeutta tai vääristymiä kauas katsellessa?". Ryhmän 1 vastausten keskiarvo 1,57 ja ryhmän 2 keskiarvo oli 1,17. Ryhmän 1 vastaukset vaihtelivat 1-3. Tutkittavista neljä vastasi, ettei sumeutta tai vääristymä esiintynyt koskaan tai vain harvoin. Tutkittavista kaksi vastasi joskus ja yksi usein. Ryhmässä 2 ainoastaan yksi vastasi joskus ja loput ei koskaan tai harvoin.

Viidentenä kysymyksenä oli "Oletko kokenut sumeutta tai vääristymiä lähelle katsellessa?". Ryhmässä 1 keskiarvo oli 1,43 ja ryhmän 2 keskiarvo 1,50. Molempien ryhmien vastaukset vaihtelivat 1-3 välillä. Molemmissa ryhmissä yksi vastasi usein, yksi joskus ja loput ryhmien tutkittavista vastasi ei koskaan tai harvoin. Kuvista 25 näkyvät eri ryhmien tutkittavien vastausten määrät kuhunkin kysymykseen.



Kuvio 28. Eri ryhmien tutkittavien subjektiivisten oireiden esiintyvyys.

11 Tutkimustulosten analysointi

11.1 Tilastollinen analyysi

Tutkimustulostemme analysoinnissa käytettiin SPSS eli Statistical Package for the Social Sciences – tilastollista tietojenkäsittelyn ohjelmistoa. Ohjelmalla voidaan suorittaa erilaisia tieteellisiä analyysejä. (Heikkilä 2008: 122, 210.) Analysoinnissa käytimme Mann-Whitney U-testiä sekä Levenen testiä. Mann-Whitney testiä käytimme kahden eri tekomykiöryhmän tulosten vertailemiseen ja käytimme silmän aberratioiden määrien vertailussa eri ryhmien välillä Levenen testiä.

Mann-Whitney U-testillä voidaan selvittää keskiarvojen välinen tilastollinen merkittävyys vertaamalla ryhmien keskiarvoja toisiinsa. Testissä selvitetään, kuinka todennäköistä on, että keskiarvoissa esiintyvät erot johtuvat sattumasta. Keskenään vertailtavien ryhmien on oltava toisistaan riippumattomia. Mann-Whitney sopii pienemmille alle 20:n otoskooille, ja mikäli normaalijakautuneisuudesta ei ole varmuutta. T-testissä vertailtavien ryhmien otoskoot ovat suuremmat. Molempien ryhmien muuttujien arvojen tulisi lisäksi olla normaalisti jakautuneet. Mann-Whitney on t-testin parametriton vastine, jota tulisi käyttää kun t-testin edellytykset eivät täyty. (Metsämuuronen 2004: 181-182.) Levenen testissä testataan varianssien yhtäsuuruutta, ja nollahypoteesina on, että varianssit ovat samat vertailtavissa ryhmissä. Varianssilla kuvataan muuttujan vaihtelua laskemalla keskihajonnan neliö. (KvantiMOTV 2008.)

Tilastollista luotettavuutta voidaan mitata p-kertoimella, joka kertoo riskin suuruuden, että saatu riippuvuus tai ero johtuu sattumasta (ks. taulukko 13). Testattua riippuvuutta tai eroa voidaan pitää tilastollisesti melkein merkitsevänä, jos p-arvo ≤ 0.05 , jolloin virhemahdollisuuden riski on enintään 5 %. Tilastollisesti merkitsevän tuloksen raja-arvo on 0.01 ja erittäin merkitsevän tuloksen 0.001. (Heikkilä 1999: 185–186.)

Testatun riippuvuuden tai eron tilastollinen merkitsevyys

Erittäin merkitsevä	Merkitsevä	Melkein merkitsevä	Suuntaa antava
$p \leq 0.001$	$0.001 < p \leq 0.01$	$0.01 < p \leq 0.05$	$0.05 < p \leq 0.1$

Taulukko 13. Testatun riippuvuuden tai eron tilastollisen merkitsevyyden raja-arvot.

11.2 Näöntarkkuus

Näöntarkkuuksissa 100 % kontrastilla ei löytynyt tilastollisesti merkitsevää eroa eri tekomykiöryhmien välillä binokulaarisesti ($p=0,830$) eikä oikealla ($p=0,886$) tai vasemmalla ($p=0,775$) silmällä mitattuna. Myöskään 50 % kontrastilla ei esiintynyt tilastollista merkitsevyyttä kahden ryhmän välillä binokulaarisesti ($p=0,886$), oikealla ($p=0,174$) tai vasemmalla ($p=0,391$) silmällä mitattuna. Alhaisemmalla 10 % kontrastilla tilastollista merkitsevyyttä ryhmien välillä ei löytynyt binokulaarisesti ($p=0,152$) eikä oikealla ($p=0,520$) tai vasemmalla ($p=0,886$) silmällä.

Myös aikaisemmin on tutkittu ja vertailtu saavutettuja näöntarkkuuksia sekä monitehoetta yksitehotekomykiöllä, eikä tuloksissa ole havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja. Tuloksien pohjalta voidaan päätellä, että monitehotekomykiön rakenteella ei ole huomattavaa vaikutusta kaukonäkö tarkkuuteen verrattuna yksitehoon. Olimme kiinnostuneita opinnäytetyössämme normaalin korkeakontrastisen näöntarkkuuden lisäksi näöntarkkuudesta eri valaistusolosuhteissa, etenkin hämärässä. Kuitenkin ryhmien matala-kontrastiset näöntarkkuudet olivat samankaltaiset, jolloin voidaan olettaa, että monitehon rakenne ei vaikuta heikentävästi erotuskykyyn hämärässä verrattuna yksitehotekomykiöön.

11.3 Kontrastiherkkyys

Kontrastiherkkyysmittausten tuloksissa oli havaittavissa korkeampi arvoja yksitehotekomykiöillä verrattuna monitehotekomykiöihin, mutta ryhmien väliltä ei löytynyt kuitenkaan tilastollista merkitsevyyttä binokulaarisesti ($p=0,647$). Vasemmalla silmällä ($p=0,112$) tulos oli kuitenkin tilastollisesti suuntaa antava, ja oikealla silmällä ($p=0,033$) ero oli tilastollisesti melkein merkitsevä.

Myös aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu kontrastiherkkyuden laskevan monitehotekomykiöllä verrattuna yksitehotekomykiöihin, mutta tulokset eivät olleet tilastollisesti yleistettävissä. Myös haitallisen harsoluminanssin määrässä löytyi korkeampia arvoja ryhmällä 1, mikä voi olla yhteydessä kontrastiherkkyysarvoihin, sillä valon sironta vähentää silmän verkkokalvolle muodostuvan kuvan kontrastia. Kuitenkin löydetty erot olivat ainoastaan monokulaarisissa arvoissa, ja normaali jokapäiväinen katselu tapah-

tuu binokulaarisesti. Binokulaarisesti kontrastiherkkyysarvoissa ei ollut samanlaisia eroja, joten kaiken kaikkiaan kontrastiherkkyys ei ollut alentunut monitehorakenteen vuoksi merkittävästi.

11.4 Haitallinen harsoluminanssi

Haitallisen harsoluminanssin määrässä ei ollut havaittavissa tilastollista merkitsevyyttä ($p=0,116$) moniteho- ja yksitehoryhmien välillä. Kuitenkin ryhmien tuloksissa oli havaittavissa pienempiä arvoja ryhmässä 2. Ryhmässä 1 kaikilla tutkittavista haitallisen harsoluminanssin määrä oli yli 1.0 log(s). Puolestaan ryhmässä 2 kolme tutkittavaa saavutti arvon, joka on verrattavissa nuoren silmän alhaiseen haitallisen harsoluminanssin määrään.

Haitallisen harsoluminanssin aiheuttamia subjektiivisia oireita ovat pääasiassa häikäistyminen ja häiritsevät valorenkaat valonlähteiden ympärillä. Vaikka kenelläkään tutkittavista haitallisen harsoluminanssin määrä ei noussut korkeaksi eikä haitallisen harsoluminanssin mittauksissa ei ilmennyt tilastollista merkitsevyyttä, kuitenkin suuremmat arvot saatiin monitehotekomykiöllä. Voisi siis ajatella, että monitehon rakenne saattaa aiheuttaa enemmän valon sirontaa kuin yksitehoinen rakenne.

11.5 Silmän aberraatiot

Tarkastelimme silmän yleisimpien alemman ja korkeamman asteen aberraatioiden kokonaismäärää ryhmien välillä. Alemman asteen aberraatioista epätarkkuuden määrässä ei löytynyt tilastollisesti merkitsevää eroa oikealla silmällä ($p=0,981$) ja vasemmalla silmällä ($p=0,339$) ryhmän 1 ja 2 välillä. Astigmatismien määrässä oikeassa silmässä ($p=0,072$) löytyi tilastollisesti suuntaa antava eroavaisuus kahden ryhmän välillä, kun taas vasemman silmän ($p=0,202$) arvoissa ei löytynyt tilastollisesti merkitsevää eroa.

Korkeamman asteen aberraatioita vertaillaessa koman määrässä ei esiintynyt tilastollisesti merkitsevää eroa kahden ryhmän välillä oikeassa silmässä ($p=0,570$) eikä vasemmalla silmällä ($p=0,942$). Trefoilin määrässä löytyi oikeassa silmässä ($p=0,083$) tilastollisesti suuntaa antava eroavaisuus, ja vasemmassa silmässä ($p=0,044$) eroavaisuus oli tilastollisesti melkein merkitsevä. Sfäärisen aberraation määrässä oikeassa sil-

mässä ($p=0,067$) tilastollinen eroavaisuus oli suuntaa antavaa, ja vasemmassa silmässä ($p=0,153$) ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä, joskin alhainen.

Vertailtaessa silmän sarveiskalvolla esiintyvien aberraatioiden määrää silmän kokonaisaberraatioihin, kaiken kaikkiaan tekomykiöiden kanssa kokonaisaberraatioiden määrä on alhaisempi kuin sarveiskalvon tasolla molemmissa ryhmissä (ks. taulukko 14). Näin ollen voisi ajatella, että tekomykiöt kompensoisivat sarveiskalvojen tasolla olevia aberraatioita, jolloin ne eivät tulisi erityisesti vahvemmin esiin leikkauksenkaan jälkeen.

Tutkimustuloksista löytyi viitteitä, että korkeamman asteen aberraatioista trefoiilin ja sfäärisen aberraation määrissä saattaisi olla eroavaisuuksia ryhmien välillä. Kuitenkin meidän tutkimusjoukollamme ei löytynyt selvästi tilastollisesti merkitseviä eroja, joten ei voida olla varmoja, mikäli monitehon diffraktiivinen rakenne lisää korkeamman asteen aberraatiota. Kuitenkin eroavaisuuksia voisi selvittää varmemmin suuremmalla tutkimusjoukolla. On myös lisäksi huomioitava, että sarveiskalvon aberraatioiden määrä on hyvin yksilöllistä, joten näin pienellä tutkimusjoukolla saattaa esiintyä suurta hajontaa.

Ryhmä 1: Aberraatioiden määrä sarveiskalvolla ja kokonaisuudessa silmässä

n	Koma Oikea silmä	Koma Vasen silmä	Trefoil Oikea silmä	Trefoil Vasen silmä	Sf. aberraatio Oikea silmä	Sf. aberraatio Vasen silmä
1	1,19 0,08	0,52 0,04	1,06 0,06	0,35 0,16	-0,73 -0,05	-0,03 -0,03
2	0,75 0,23	0,33 0,15	0,38 0,08	0,10 0,02	-0,31 -0,06	-0,16 -0,01
3	0,76 0,15	0,28 0,10	0,32 0,08	1,61 0,15	-0,14 0,01	-0,64 -0,01
4	0,52 0,06	0,50 0,02	0,33 0,11	0,35 0,04	-0,02 -0,04	-0,16 -0,01
5	0,84 0,04	1,41 0,19	0,24 0,08	0,24 0,17	-0,02 -0,08	-0,06 -0,1
6	0,62 0,16	0,49 0,06	0,35 0,16	0,33 0,05	-0,44 -0,01	-0,05 -0,03
7	0,34 0,08	0,31 0,04	0,31 0,06	0,44 0,16	0,72 -0,05	-0,39 -0,03

Ryhmä 2: Aberraatioiden määrä sarveiskalvolla ja kokonaisuudessa silmässä

n	Koma Oikea silmä	Koma Vasen silmä	Trefoil Oikea silmä	Trefoil Vasen silmä	Sf. aberraatio Oikea silmä	Sf. aberraatio Vasen silmä
1	0,24 0,04	0,24 0,02	0,03 0,02	0,10 0,01	-0,27 0,01	-0,31 0,00
2	0,88 0,27	2,01 0,13	0,68 0,41	1,97 0,70	-0,81 -0,02	-1,22 -0,07
3	1,32 0,17	1,27 0,11	0,44 0,12	0,38 0,02	0,09 -0,07	-0,13 0,01
4	0,65 0,04	0,19 0,13	0,16 0,17	0,47 0,19	-0,10 -0,06	-0,22 -0,11
5	3,80 0,09	1,30 0,02	5,26 0,07	0,50 0,05	2,09 0,06	0,33 -0,03
6	0,64 0,19	0,15 0,18	0,39 0,19	0,48 0,30	-0,76 0,08	-0,46 0,01

Taulukko 14. Aberraatioiden määrä sarveiskalvolla ja silmässä. Kullakin tutkittavalla mustalla kirjatut tulokset kuvaavat sarveiskalvon aberraatioita ja alempana sinisellä kirjatut tulokset silmän kokonaisaberraatioiden määrää.

11.6 Oirekysely

Oirekyselyssä ei esiintynyt tilastollista merkittävyyttä häikäistymisessä ($p=0,647$), kaukonäön ($p=0,291$) tai lähinäön terävyydessä ($p=0,861$). Hämärässä toimimisessa ja näkemisessä ($p=0,035$) ero ryhmien välillä oli tilastollisesti melkein merkitsevä ja häiritsevien valorenkaiden esiintyvyydessä ($p=0,005$) ero oli tilastollisesti merkitsevä.

Monitehotekomykiöllä esiintyi selvästi enemmän häiritseviä valorenkaita valonlähteiden ympärillä kuin yksitehotekomykiöllä. Mikäli oirekyselyssä tutkittava vastasi valorenkaiden esiintyvyydeksi usein tai hyvin usein, niin häntä pyydettiin lisäksi demonstroimaan piirtämällä valorenkaiden kuvautuminen valonlähteiden ympärillä. Yksi tutkittavista näki ainoastaan yhden yhtenäisen valorenkaan, kun taas muut tutkittavat kokivat useita peräkkäisiä valorenkaita. Tämä saattaa johtua erikokoisista pupilliaukoista. Mitä suurempi henkilön pupilliaukko oli hämärässä, sitä enemmän monitehorakenteen valorenkaita näkyi valonlähteen ympärillä. Monitehoisuuden mahdollistavat diffraktiiviset renkaat siis aiheuttavat valorenkaita valonlähteiden ympärille.

Vaikka monitehotekomykiöllä saavutettiin jonkin verran alhaisempia mittaustuloksia ja subjektiivisten oireiden esiintyvyys oli suurempi, olivat tutkittavat kaiken kaikkiaan tyytyväisiä näkemisensä laatuun. Yksitehotekomykiöllä saavutetut mittaustulokset olivat hyviä ja oireiden esiintyvyys hyvin vähäistä. Kuitenkin yksitehotekomykiöiden huonona puolena on yhä riippuvaisuus silmälaseista lähikatselussa. Monitehotekomykiö mahdollisti näkemisen ilman silmälaseja sekä kauas että lähelle, mikä kompensoi mahdollisia puutteita näkemisessä ja lisää kaiken kaikkiaan tyytyväisyyttä tekomykiöön.

12 Pohdinta

12.1 Luotettavuuden arviointi

Tarkastelimme opinnäytetyömme luotettavuutta ottamalla huomioon kaikki vaiheet suunnittelusta itse toteutukseen. Työmme luotettavuuden tarkasteluun liittyi se, kuinka pätevää, yleisluontoista ja käyttökelpoista tietoa pystyimme tuottamaan. Luotettavuutta arvioimme validiuksen eli pätevyuden ja reliabiliteetin eli toistettavuuden suhteen.

12.1.1 Validius

Tutkimuksen pätevyys eli validius kuvaa tutkimuksen kykyä mitata juuri sitä mitä tutkimuksessa oli tarkoituskin mitata. Tutkimuksen pätevyyttä lisää tutkijan kyky muuttaa teoreettiset käsitteet arkikielelle ymmärrettävään muotoon. Lisäksi tutkimuksessa on pyrittävä välttämään systemaattisia virheitä. (Vilka 2007: 149.)

Lisätäksemme mittausten luotettavuutta, tuli molempien tutkittavien tekomykiöiden olla mahdollisimman samankaltaiset. Molemmat tekomykiötyypit olivat rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan mahdollisimman samanlaisia, lukuun ottamatta monitehoisuuden aikaansaavaa diffraktiivista rakennetta. Tutkimuksen ulkopuolelle jätettiin lisäksi tooriset hajataittoa korjaavat tekomykiöt. Näin tutkimuksesta ei tulisi liian laaja, ja lisäksi pystyttiin sulkemaan pois toorisen linssin mahdollisesta väärästä asennosta aiheutuva näkemistä heikentävä vaikutus. Lisäksi tutkittavien valinnassa kriteereinä olivat jälkitarkastuksessa saavutettu normaali näöntarkkuus ja terveet silmänpohjat. Kaikki tutkittavat valitsi sama henkilö ja leikkasi sama kirurgi, jotta itse leikkauksen lopputulos olisi mahdollisimman yhdenmukainen. Pyrkimyksenä oli rajata mahdollisimman tehokkaasti pois muut näkökykyä heikentävät tekijät, jotka eivät johdu tekomykiön monitehorakenteesta verrattuna yksitehoon.

Kuitenkin subjektiivisia oireita kysellessä on huomioitava, että ihmiset saattavat kokea niin sanotusti samantasoisten oireiden häiritsevyyden yksilöllisesti tai käsittää esitettyjen kysymysten sisällön ja tarkoituksen eri tavoin. Esitimme kysymykset henkilökohtaisesti ennen mittauksia, mikä mahdollisti kysymysten tarkentamisen ja lisäohjeistuksen

tarvittaessa, jotta kaikki tutkittavat ymmärtäisivät kysymykset mahdollisimman samalla tavalla.

12.1.2 Reliabiliteetti

Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen toistettavuutta ja kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Toistetussa mittauksessa tulisi saada sama tulos riippumatta tutkijasta. Luotettavuutta arvioidessa on huomioitava otoskoko, tietojen huolellinen syöttäminen ja tutkimukseen sisältyvät mittausvirheet. (Vilka 2007: 149–151.) Mittaukset suoritettiin niin, että mittaajilla ei ollut ennakkoon tietoa tekomykiön tyypistä, jolla pyrittiin välttämään mahdollisten ennakkokäsitysten muodostumista. Luottavuutta pyrimme lisäksi lisäämään suorittamalla kaikki mittaukset samassa tilassa, samalla tutkimusasetelmalla ja kunkin mittauksen suoritti aina sama henkilö. Mittausetäisyydet mitattiin aina mittanauhalla ja tulosten kirjaamisessa oltiin huolellisia.

Opinnäytetyömme luotettavuutta laskee hieman tutkimuksen pieni otoskoko ($n=13$), jonka vuoksi tutkimustuloksista ei ole mahdollista tehdä tilastollisesti yleistettäviä johtopäätöksiä. Pienessä otoskoossa tulokset saattavat vääristyä yksittäisten ääriarvojen vuoksi. On myös huomioitava, että tutkittavilla henkilöillä oli yksilöllisiä eroja kuten ikä. Tällä voi olla vaikutusta tutkimustuloksiin. Nuorin tutkittavista oli 46-vuotias ja vanhin 73-vuotias.

Lisäksi suurimmalla osalla tutkittavista oli leikkauksella pystytty poistamaan taittovirheen määrä joko kokonaan tai lähes kokonaan, kun taas kahdella tutkittavista oli jäänyt hajataittoa enemmän kuin ± 0.75 dioptriaa. Mittaukset suoritettiin paras lasikorjaus koekehyyksessä, mutta suuressa hajataitossa pienelläkin muutoksella tutkimuksen aikana koelinssin asennossa voi olla vaikutusta näkemisen tarkkuuteen.

12.1.3 Yhteenveto

Opinnäytetyömme tarkoituksena oli selvittää, millainen on monitehotekomykiöllä saavutettu toiminnallinen näkökyky, ja onko monitehotekomykiön diffraktiivisella rakenteella vaikutusta verkkokalvolla syntyvän kuvan laatuun ja näkemiseen. Monitehotekomykiön etuna tavalliseen yksitehoiseen tekomykiöön verrattuna on silmälasien tarpeen

vähentyminen tai jopa kokonaan niistä eroon pääseminen. Riippumattomuus silmä-
laseista mahdollistaa täysipainoisen harrastamisen ja miellyttävän näkemisen omin
silmin, mikä varmastikin houkuttelee ikänäköisiä ihmisiä valitsemaan monitehotekomy-
kiön. Lisäksi halusimme saada selville, aiheuttaako monitehotekomykiön rakenne on-
gelmiä hämäränäössä. Hämäränäkemiseen vaikuttavia tekijöitä ovat matalakonstrasti-
nen näöntarkkuus, kontrastiherkkyys sekä valon sironnan määrä silmässä.

Halusimme lisäksi tuottaa opinnäytetyömme kautta hyödyllistä tietoa monitehotekomy-
kiön rakenteesta ja sen toimintaperiaatteista. Väestön ikääntyminen Suomessa lisää
kaihileikkauksien määrää nopeasti, ja ne ovat jo nyt saavuttaneet asemansa yleisimpä-
nä kirurgisena toimenpiteenä. Silmäsaairaaloiden sekä yksittäisten silmälääkäreiden ja
optikkoliikkeiden yhteistyö on viime aikoina tiivistynyt huomattavasti ja tulee yhä li-
sääntymään tulevaisuudessa. Tämän seurauksena yhä useammin silmälääkärit antavat
optikoille ja optometristeille luvan määrätä silmälasit asiakkaille, joilla on todettu kaihi
tai joiden silmät on leikattu, jolloin he voivat itse keskittyä kirurgiseen ja kliniseen puo-
leen. Tämän vuoksi optikoiden on hyvä tietää, minkälaisia vaikutuksia kaihilla samoin
kuin tekomykiöllä on näkemiseen ja siten silmälasien määräämiseen. Myös itse asiak-
kaat ovat kiinnostuneita tietämään eri tekomykiövaihtoehdoista, niiden toimivuudesta
ja vaikutuksesta heidän näkökykyynsä, sillä monitehotekomykiöleikkaus on kallis ja
leikkauksia on mahdollista suorittaa ainoastaan yksityisen sektorin kautta.

Erityisesti subjektiivisten oireiden esiintyvyydessä oli havaittavissa eroa kahden ryhmän
välillä. Tutkittavilla, jolle oli laitettu monitehotekomykiö, esiintyi kaiken kaikkiaan
enemmän oireita kuin tutkittavilla, joilla oli yksitehotekomykiö. Monitehoryhmässä koet-
tiin leikkauksen jälkeen etenkin hämärässä näkemisen ja toimimisen vaikeutuneen sekä
lisäksi valonlähteiden ympärillä nähtiin usein häiritseviä valorenkaita etenkin hämärässä
esimerkiksi autoa ajaessa. Tutkittavat kuvasivat esiintyviä valorenkaita ja niiden tiheyttä
niin, että se vastasi hyvin paljon monitehon rengasmaista rakennetta. Tästä voisi
päättellä rakenteen aiheuttavan hämärässä, pupillin laajentuessa, useita peräkkäisiä
valorenkaita valonlähteiden ympärille. Valorenkaiden määrä voisi siis olla riippuvainen
pupillin koosta.

Mittaustuloksemme eivät olleet suurimmalta osin tilastollisesti merkitseviä, mikä viittaa
siihen, että monitehotekomykiöllä saavutettu näkemisen laatu on kaiken kaikkiaan hy-

vä. Näöntarkkuusmittausten perusteella moniteho- ja yksitehotekomykiöllä saavutettiin hyvä näöntarkkuus kaikissa valaistusolosuhteissa, joten kaukonäköön monitehotekomykiön rakenteella ei näytä olevan vaikutusta edes hämärässä. Tulos tukee aikaisempia tutkimuksia eri tekomykiötyyppien välillä. Lisäksi kontrastiherkkyystulokset ja haitallisen harsoluminanssin määrä olivat kaikilla tutkittavilla normaaleja, vaikkakin yksitehotekomykiöllä saavutetut haitallisen harsoluminanssin arvot näyttivät kaiken kaikkiaan olevan pienempiä kuin monitehotekomykiöillä. Subjektiiivisesti koettujen valorenkaiden ja mittaustulosten välillä voisi ajatella olevan jonkinlainen yhteys, sillä valon sironnan tiedetään aiheuttavan häiritseviä valorenkaita valonlähteiden ympärille. Kuitenkaan opinnäytetyömme pienen otoskoon vuoksi ei tuloksista voida tehdä tilastollisesti yleistettävissä olevia johtopäätöksiä. Viitteellisiä eroja olisi kuitenkin mielenkiintoista tutkia suuremmalla tutkimusjoukolla.

Yksitehotekomykiöllä saavutetut mittaustulokset sen sijaan olivat hyviä ja oireiden esiintyvyys hyvin vähäistä. Kuitenkin yksitehotekomykiöiden huonona puolena on yhä riippuvaisuus silmälaseista lähikatselussa. Tämän vuoksi tulevaisuudessa monitehotekomykiöiden jatkuvan kehityksen myötä voidaan niiden olettaa yleistyvän entisestään. Monitehotekomykiöllä saavutettu riippumattomuus silmälaseista kompensoi sitä, kuinka häiritseviksi oireet ja tekomykiön toimivuus koettiin. Monitehotekomykiöllä oireet esiintyvätkin lähinnä hämärässä eivätkä päiväsaikaan tai vuodenaikoina, jolloin valon määrä on runsas pitkin päivää. Normaaleissa valaistusolosuhteissa monitehotekomykiöt kuitenkin toimivat lähes moitteettomasti mahdollistaen hyvän toiminnallisen näkökyvyn.

13 Jatkotutkimusehdotukset

Jatkotutkimusehdotuksemme on tehdä kyselytutkimus potilaille, joille on laitettu monitehotekomykiö. Tutkimuksessa voisi tutkia potilaiden subjektiivista asiakastytyvyyttä koskien monitehotekomykiötä ja sen toimivuutta. Tällainen kuvaileva tutkimusasetelma vaatii pitkäaikaisen seurannan ja se olisi hyvä ajoittaa hämäämpään vuodenaikaan, jolloin tutkitut näköongelmat esiintyvät ja korostuvat. Näin tutkimuksessa pystyttäisiin ottamaan huomioon myös vuodenaikavaihtelut monitehotekomykiöiden toimivuutta ajatellen, mikä ei meidän tutkimuksessamme olisi onnistunut ottaen huomioon tutkimuksen kesto ja ajankohta.

Koska tutkimuksemme otoskoko jäi tilastollisen analyysin kannalta pieneksi, eivät tulokset ole yleistettävissä koskemaan koko perusjoukkoa. Kuitenkin ryhmien väliltä löytyi joitakin viitteellisiä eroavaisuuksia, joiden tilastollinen merkittävyys voisi selvitä laajemmalla tutkimusjoukolla. Erityisesti kontrastiherkkyttä ja valon sirontaa kannattaisi tutkia tarkemmin suuremmalla tutkimusjoukolla. Myös korkeamman asteen aberraatioiden määrissä löytyi tilastollisesti suuntaa antavia tai melkein merkitseviä tuloksia, jolloin suuremmalla tutkimusjoukolla voitaisiin varmistua, johtuvatko erot eri tekomykiötyypeistä.

Lisäksi voisi tehdä vastaavanlaisen tutkimuksen koskien lähinäköä ja sen toimivuutta. Koska keskityimme työssämme selvittämään erityisesti kaukopuoleen liittyviä eroavaisuuksia, olisi mielenkiintoista selvittää samankaltaisella tutkimusasetelmalla lähinäön laatua. Monitehotekomykiö tarjoaa mahdollisuuden nähdä lähelle ilman silmälaseja, mutta yleensäkin monitehoisella rakenteella saavutettu lähinäkö ei ole täysin verrattavissa yksitehoiseen optiikkaan.

Lähteet

AcrySof IQ ReSTOR IOL +3.0 D 2009. Esite. Alcon, Inc.

Alcon Finland Oy 2012. AcrySof-tekomykiöt. Verkkodokumentti.
<http://www.alcon.fi/tuotteet/kaihikirurgia/acrysof_tekomykit/>. Luettu 2.7.2012.

Alcon 2012. Reclaim Your Vision. Intraocular Lenses. Verkkodokumentti.
<<http://www.reclaimyourvision.com/intraocular-lens.aspx>>. Luettu 2.7.2012.

Alcon 2012. Alcon Surgical. About the AcrySof IQ ReSTOR IOL. Verkkodokumentti.
<<http://www.alconsurgical.com/About-The-AcrySof-IQ-ReSTOR-IOL.aspx>>. Luettu 2.7.2012.

All About Vision 2000-2012. Higher-Order Aberrations. Verkkodokumentti. Päivitetty helmikuussa 2011. <<http://www.allaboutvision.com/conditions/aberrations.htm>>. Luettu 21.7.2012.

All About Vision 2000-2012. Cataract Surgery. Verkkodokumentti. Päivitetty 20.9.2012. <<http://www.allaboutvision.com/conditions/cataract-surgery.htm>>. Luettu 1.7.2012.

American Academy of Ophthalmology 2012. IOL implants: Lens Replacement and Cataract Surgery. <<http://www.geteyesmart.org/eyesmart/diseases/iol-implants.cfm>>. Luettu 2.7.2012.

American Optometric Association 2012. The Eye and Night Vision. Verkkodokumentti. Päivitetty 20.9.2012. <<http://www.aoa.org/x5352.xml>>. Luettu 1.7.2012.

Benjamin, William J. 1998. Borish's Clinical Refraction. Philadelphia: W. B. Saunders Company.

Carl Zeiss Vision 2010. i.Profiler Plus Deep Dive. Esite. Luettu 15.9.2012.

Carl Zeiss Vision 2010. i.Scription by ZEISS: Setting the New Standard of Vision Correction. Esite. Luettu 17.9.2012

Contact Lens Spectrum 2008. Contact Lenses and Wavefront Aberrometry. A review of current instrumentation and contact lens options designed for the pursuit of superior vision. Verkkodokumentti.
<<http://www.clspectrum.com/articleviewer.aspx?articleid=102254>>. Luettu 29.10.2012.

Diacor Terveyspalvelut Oy n.d. Mitä on taittovirhe. Verkkodokumentti.
<<http://www.diacor.fi/palvelut/silmayksikon-palvelut/naonkorjausleikkaukset-laserilla/mita-on-taittovirhe.html>>. Luettu 20.7.2012.

Eglo n.d. Valaisinten ABC. Verkkodokumentti.
<<http://www.eglo.com/finland/Finland/Valaisinopas/Valaisinten-ABC/Haeikaeisy>>. Luettu 1.8.2012.

- Electroskandia Finland 2009. Sisätilojen valaistus. Verkkodokumentti. <<http://stara.elektroskandia.fi/documentelement.html?uid=1890532>>. Luettu 1.8.2012.
- Elliott, David B. 1998: Contrast Sensitivity and Glare Testing. Teoksessa Benjamin, William J. (toim.): Borish's Clinical Refraction. Philadelphia, Pennsylvania: W.B. Sanders Company.
- Eyetube 2011. OZil IP Torsional Ultrasound with an AcrySof IQ ReSTOR IOL in a Grade 2 Nucleus. Verkkovideo. <<https://bmctoday.net/video/ozil-ip-torsional-ultrasound-with-an-acrysof-iq-restor-iol-in-a-grade-2-nucleus/>>. Katsottu 2.7.2012.
- Hayashi, Ken – Shin-ichi, Manabe – Hayashi, Hideyuki 2009. Visual acuity from far to near and contrast sensitivity in eyes with a diffractive multifocal intraocular lens with a low addition power.
- Heikkilä, Tarja 2008. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita.
- Arstila, Antti – Hänninen, Osmo – Nienstedt, Walter 2009. Ihmisen anatomia ja fysiologia. Sanoma Pro Oy.
- Kettunen, Raimo – Leppäluoto, Juhani – Rintamäki, Hannu – Vakkuri, Olli 2008. Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan. Helsinki: WSOY.
- KvantiMOTV 2008. Hypoteesien testaus. Verkkodokumentti. Päivitetty 19.02.2008. <<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/hypoteesi/harjoitus1.html>>. Luettu 29.10.2012.
- Lombardo, Marco 2010. Wave aberration of human eyes and new descriptors of image optical quality and visual performance. Verkkodokumentti. <<http://www.visioeng.it/documents/Wave%20Aberration%20review.pdf>>. Luettu 20.7.2012.
- Lääketeollinen Aikakauskirja Duodecim 2012. Aikuisiän harmaakaihi. Verkkodokumentti. <<http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo95681.pdf>>. Luettu 1.7.2012.
- Metsämuuronen, Jari 2004. Pienten aineistojen analyysi. Parametrittomien menetelmien perusteet ihmistieteissä. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Moshirfar, Majid 2010. Spherical Aberration of Intraocular Lenses. Verkkodokumentti. <<http://www.jovr.ir/index.php/jovr/article/viewFile/246/266>>. Luettu 17.7.2012
- ModernMedicine 2011. Microcoaxial phaco component can affect clinical outcomes. Verkkodokumentti. <http://www.modernmedicine.com/modernmedicine/data/articlestandard//ophthalmologytimes/432011/744860/2-alcon-LIO-2_t.jpg>. Luettu 2.7.2012.
- NEURO-näkötестit 2008. Epilepsiasäätön tutkimuskeskus.

Näsänen, Risto 2007. Visuaalisuuden käytettävyyden opas. Työterveyslaitos. Verkkojulkaisu.

<http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/kognitiivinen_ergonomia/visuaalinen_kaytettavyys/Documents/Visuaalisen_kaytettavyden_opas_2007.pdf>. Luettu 14.09.2011.

Review of Ophthalmology 2000-2012. Patient Selection Strategies For Aspheric IOLs.

Verkkodokumentti. <<http://www.revophth.com/content/d/features/i/1308/c/25163/>>. Luettu 25.7.2012.

Ruiz-Alcocer, Javier 2012. Visual quality, adaptive optics and visual simulation.

Saari, K.M. 2001. Silmätautioppi. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.

Van den Berg, Thomas J. T. P. 2006. Introduction to retinal Straylight. Verkkodokumentti.

<http://www.oculus.de/us/downloads/dyn/sonstige/sonstige/cquant_straylight.pdf>. Luettu 10.8.2012.

Van den Berg, Thomas J. T. P. – Van Rijn, L. J. (René) – Michael, Ralph – Heine, Christian – Coeckelbergh, Tanja – Nischler, Christian – Wilhelm, Helmuth – Grabner, Günther – Emesz, Martin – Barraquer, Rafael I. – Coppens, Joris E. – Franssen Luuk. 2007. Straylight Effect with Aging and Lens Extraction. Verkkodokumentti.

<http://www.oculus.de/us/downloads/dyn/sonstige/sonstige/cquant_straylight_effects.pdf> Luettu 12.8.2012.

Vilka, Hanna 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Tammi.

Saatekirje



TUTKIMUSSUOSTUMUS

Alcon AcrySof ReSTOR – Näkemisen laatu monitehotekomykiöllä

Arvoisa vastaanottaja,

Olemme kaksi viimeisen vuoden optometrian opiskelijaa Helsingin Metropolia Ammattikorkeakoulusta. Opinnäytetyössämme tutkimme monitehotekomykiöllä saavutettua näkemisen laatua verrattuna yksitehotekomykiöön. Toivomme opinnäytetyömme erityisesti tuovan lisätietoa tekomykiöiden toimivuudesta Suomen olosuhteissa, jossa hämärän vuodenajan pitkän keston vuoksi korostuvat entisestään erilaiset näköongelmat.

Mittaukset suoritetaan X, ja mittauksiin olisi hyvä varata 40 min. Tutkimuksessamme tulemme käsittelemään muun muassa seuraavia asioita:

- Näöntarkkuus parhaalla lasikorjauksella
- Hämäränäkö
- Kontrastiherkkyys
- Haitallinen harsoluminanssi

Tutkimus toteutetaan yhteistyössä Laser Tilkka Oy:n ja Alcon Finland Oy:n kanssa. Työn ohjaajina toimivat optometrian lehtorit Juha Päällysaho ja Juha Havukumpu. Mittaustulokset käsitellään luottamuksellisesti, eikä henkilöllisyytesi käy ilmi opinnäytetyöstä. Jos sinulla on kysyttävää opinnäytetyöstämme tai mittauksista, vastaamme kysymyksiisi mielellämme.

Kiitos osallistumisestasi opinnäytetyöhömmel!

Huyen Tran
Optometristiopiskelija
puh. 0400623189

Samira Zagai
Optometristiopiskelija
puh. 0465978634

Ohessa on liitteenä mittauspaikkana toimivan Metropolia Ammattikorkeakoulun Mannerheimintien toimipisteen yhteystiedot sekä kartta.

Toimipisteelle pääsee muun muassa Helsingin keskustasta:

- Bussit 40–43, 63 sekä 400–474
- Raitiovaunu 10

Mannerheimintien toimipiste

Käyntiosoite

Mannerheimintie 172

Helsinki



Tutkimuslomake

Nimi _____

Potilasno _____

Ikä _____

Refraktio

OD _____

OS _____

Oirekysely

	Ei koskaan tai harvoin	Joskus	Usein	Hyvin usein
1. Onko esiintynyt ongelmia nähdä ja toimia hämärässä valaistuksessa?	1	2	3	4
2. Kuinka usein koet häikäistymistä?	1	2	3	4
3. Kuinka usein koet häiritseviä valorenkaita valonlähteiden ympärillä?	1	2	3	4
4. Oletko kokenut sumeutta tai vääristymiä kauas katsellessa?	1	2	3	4
5. Oletko kokenut sumeutta tai vääristymiä lähelle katsellessa?	1	2	3	4

Muuta huomioitavaa:

Mikroskopiitutkimus

Mittaustulokset

Zeiss i.Profiler _____

Glare 1.0

BINO _____

Freiburg Visual Acuity and Contrast Test

Näöntarkkuus 100 % kontrastilla

OD _____ OS _____ BINO _____

Näöntarkkuus 50 % kontrastilla

OD _____ OS _____ BINO _____

Näöntarkkuus 10 % kontrastilla

OD _____ OS _____ BINO _____

Neuro-testi

OD _____ OS _____ BINO _____