

Lari Rantanen, Sanni Ravantti

Sanat sekaisin, numerot hukassa

Tapaustutkimus moniteholasien luku- ja välialueiden toiminnasta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Optometrismi

Optometrian

koulutusohjelmaohjelma

18.10.2012

Tekijät Otsikko	Lari Rantanen, Sanni Ravantti Sanat sekaisin, numerot hukassa
Sivumäärä Aika	62 sivua + 2 liitettä 31.10.2012
Tutkinto	Optometrismi (AMK)
Koulutusohjelma	Optometrian koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Optometria
Ohjaajat	Lehtori Juha Havukumpu Lehtori Eero Kokko
<p>Opinnäytetyömme pohjautuu löyhästi vuonna 2011 julkaistuun Työterveyslaitoksen johtamaan tutkimukseen erityistyölaseista. Kyseisessä tutkimuksessa havaittiin erityistyölasiensa lisäävän lukunopeutta näyttöpäätetyöskentelyssä verrattuna yleismoniteholaseihin. Opinnäytetyössämme tutkimme kahden erityyppisen moniteholinssin vaikutusta näkösuoriutumiskykyyn lähityöskentelytilanteissa. Moniteholasien eroavaisuuksia pyrittiin kartoittamaan suorittamalla mittauksia Reading-Navigator- ja Letter Search- testeillä. Lisäksi koehenkilöt saivat täytettäväksi kyselylomakkeet joilla kartoitettiin lasien toimivuutta arkisissa tilanteissa.</p> <p>Tutkimusjoukkomme koostui neljästä ikänäköisestä testihenkilöstä, joista kolme oli naisia ja yksi mies. Kaikki koehenkilöt olivat hyperoppeja eli kaukonäköisiä nuorimman tutkittavan ollessa 56-vuotias ja vanhimman 62-vuotias. Kaikilla koehenkilöillä, yhtä lukuun ottamatta oli aikaisempaa kokemusta monitehosilmälasien käytöstä. Koehenkilöille suoritettiin näöntarkastukset ja niiden tulosten perusteella he saivat käyttöönsä kahdet identtiset silmälasikehykset joihin oli hiottu kahdet erityyppiset moniteholinssit.</p> <p>Ensimmäinen mittauskerta suoritettiin noin kaksi viikkoa lasien luovutuksesta koehenkilöille ja toinen mittauskerta noin kuukauden kuluttua ensimmäisistä mittauksista. Reading- Navigatorilla mittaukset suoritettiin 40 ja 79 senttimetrin etäisyyksille. LetterSearchilla mittaukset suoritettiin 50 senttimetrin etäisyydelle.</p> <p>Reading Navigatorilla ja LetterSearch testillä suoritettujen mittauksen perusteella moniteholasien välille ei saatu tilastollisesti merkitseviä eroja. Kyselylomakkeiden vastausten perusteella ei voitu erottaa, kumpi moniteholaseista olisi käyttöominaisuuksiltaan parempi. Tutkimuksemme tulosten perusteella molemmat moniteholasit toimivat yhtä hyvin sekä objektiivisesti, että subjektiivisesti</p>	
Avainsanat	monitehot, Letter Search, Reading Navigator, lukunopeus

Authors Title	Lari Rantanen, Sanni Ravantti Mixed words and lost numbers
Number of Pages Date	62 pages + 2 appendices 31.10.2012
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Optometry
Specialisation option	Optometry
Instructor(s)	Juha Havukumpu, Senior Lecturer Eero Kokko, Senior Lecturer
<p>Our final project is loosely based on the study performed by the Finnish Institute of Occupational Health. In the year 2011 they released a study that shows that compared to multifocal lenses special glasses designed for users of visual display units increase reading speed of people working in front of computers. In our final project we compare two different types of multifocal lenses to each other and try to determine if they have different kind of effects on visual performance during near work situations. Our goal was to survey the differences between the multifocal lenses by performing measurements with two tests: Reading Navigator and LetterSearch. We also gave the members of our study group questionnaires to fill out. In the questionnaires we inquired how the two different types of multifocal lenses had worked during everyday situations.</p> <p>The study group consisted of four presbyopic subjects, three of whom were women and one man. All the subjects were hyperopics. Youngest of the test subjects was 56 years old and the oldest was 62 years old. All of the subjects except for one of them had previous experience on the use of multifocal lenses. Vision tests were performed on the subjects and based on the results we gave them two identical spectacle frames that had two different types of multifocal lenses mounted on them.</p> <p>The first measurements were carried out about two weeks after we had given the new eyeglasses to the subjects. The second measurements were carried out about one month after the first measurements. The measurements with Reading Navigator were performed on the distances of 40 and 79 centimeters. The measurements with LetterSearch were performed on the distance of 50 centimeters.</p> <p>Based on the results of the measurements made with Reading Navigator and LetterSearch we could not find any statistically significant differences between the two different types of multifocal glasses. Based on the answers given in the questionnaires we could not differentiate which of the multifocal glasses was better in everyday circumstances. The result of our study is that both of the multifocal glasses performed equally well objectively and subjectively.</p>	
Keywords	Multifocal, LetterSearch, Reading Navigator

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lukeminen	3
2.1	Lukunopeus	5
2.2	Silmänliikkeet	6
2.2.1	Sakkaadit	7
2.2.2	Muut silmänliikkeet	8
2.2.3	Listingin laki	8
3	Presbyopia	11
3.1	Syntytapa	11
3.2	Jaottelu	12
3.3	Riskitekijät	12
3.4	Oireet	13
3.5	Hoito	13
4	Monitehosilmälasilinssit	15
4.1	Linssi rakenteiden kehittyminen	16
4.2	Historia	18
4.3	Tutkimuksessa käytetyt moniteholinssit	22
5	Tutkimuksessa käytetyt testit	23
5.1	Reading navigator	23
5.2	Letter search	25
6	Tutkimuksen kulku	28
6.1	Testihenkilöt	28
6.2	Mittaukset	29
6.3	Spss	29
7	Tulokset	31
7.1	Testihenkilö 1	31

7.1.1	Reading Navigator tulokset 40 cm	31
7.1.2	Reading Navigator tulokset 79 cm	33
7.1.3	Lettersearch tulokset 50 cm	34
7.2	Testihenkilö 2	35
7.2.1	Reading Navigator tulokset 40 cm	35
7.2.2	Reading Navigator tulokset 79 cm	37
7.2.3	LetterSearch tulokset 50cm	38
7.3	Testihenkilö 3	39
7.3.1	Reading Navigator tulokset 40 cm	39
7.3.2	Reading Navigator tulokset 79 cm	40
7.3.3	LetterSearch tulokset 50 cm	41
7.4	Testihenkilö 4	42
7.4.1	Reading Navigator tulokset 40 cm	42
7.4.2	Reading Navigator tulokset 79 cm	43
7.4.3	LetterSearch tulokset 50 cm	44
8	Pohdinta	47
9	Itsearviointi	51
	Lähteet	53
	Liitteet	
	Liite 1. Kyselylomake	
	Liite 2. Testihenkilöiden lasimääräykset	

1 Johdanto

Opinnäytetyömme sai alkusysäyksen tammikuussa 2011 vieraillessamme Optometrian koulutuskeskuksessa tapaamassa Taru Korjaa. Olimme jo aikaisemmin päätyneet siihen, että tekisimme opinnäytetyömme moniteholaseista, mutta aihe ei ollut vielä tarkentunut. Tammikuisessa tapaamisessa Taru Korja ehdotti meille, että tekisimme jatkoa Työterveyslaitoksen vuonna 2011 julkaisemalle tutkimukselle erityistyölaseista. Kyseisen tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että erityistyölasit lisäävät lukunopeutta ja näin ollen myös työtehokkuutta näyttöpäätetyöskentelyssä verrattuna moniteholaseihin. Työterveyslaitoksen tutkimuksessa tutkimusjoukko koostui 24 ikänäköisestä henkilöstä joiden työnkuva koostui pääsääntöisesti näyttöpäätetyöskentelystä. Tutkimusjoukon koehenkilöt saivat omien jo olemassa olevien lasien rinnalle käyttöön sekä moniteho-, että näyttöpääteläsilmiä. Lasien toimivuutta näyttöpäätelä kartoitettiin lukunopeutta mittaavalla Reading Navigator -testillä ja Rapid Serial Visual Presentation -Head-Turn - testillä jolla rekisteröitiin silmien ja päännäliikkeitä. Lisäksi eri silmälasien toimivuutta kartoitettiin koehenkilöille jaetuilla kyselylomakkeilla. Erityistyölasitutkimuksen tulokset analysoitiin tilastollisesti R-ohjelmistolla ja SPSS- ohjelmistolla. Analyysissä käytettiin ei- parametrissa Mann-Whitneyn testiä testaamaan ryhmien välisiä eroja ja T-testiä. Tutkimuksen tuloksissa ilmeni, että näyttöpäätetyötekijöiden näkemissuorite nopeutui erityistyölaseilla keskimäärin 4,5 % verrattuna yleismoniteholaseihin. Vaihtelu koehenkilöiden välillä oli kuitenkin suuri, sillä hitailla lukijoilla parannus lukunopeudessa oli jopa 40 %, kun taas jo ennestään nopeilla lukijoilla parannusta tapahtui vain noin 3 %. Osalla koehenkilöistä lukunopeus ei kasvanut erityistyölaseilla. Suuresta lukunopeuden vaihtelusta huolimatta kyselylomakkeissa kävi kuitenkin ilmi, että vaikka lukunopeus ei olisikaan kasvanut, näyttöpäätetyö erityistyölaseilla aiheutti vähemmän näkemiseen ja asentoihin liittyviä kuormitustekijöitä kuin monitehosilmiä.

Työterveyslaitoksen teettämän erityistyölasitutkimuksen pohjalta päätimme lähteä opinnäytetyössämme tutkimaan olisiko vastaavanlaisia eroja havaittavissa myös moniteholasien välillä. Työmme tavoitteena oli selvittää onko moniteholinssin rakenteella merkitystä lukunopeuteen. Opinnäytetyössämme oli testattavana kaksi erityyppistä moniteholinssiä, joista toinen edustaa perinteistä hiontatekniikkaa ja toinen freeform-hiontaa. Molemmissa moniteholinssissä optiikka on hiottu linssin takapinnalle, etupinnan muodon ollessa vakio. Freeform - tekniikalla valmistetussa

moniteholinssissä on linssin mitoituksessa huomioitu silmäterävälän ja asennuskorkeuden lisäksi myös pintaväli, kehyksen kaltevuus- ja aurauskulma. Lähtökohtaisena oletuksemme oli, että Freeform- tekniikalla valmistetuilla uudemman tyyppisillä, laajemman lukukanavan omaavilla linseillä saavutettaisiin parempia tuloksia lukunopeudessa ja ne myös koettaisiin miellyttävämpinä arkikäytössä. Moniteholasien toimivuutta ja vaikutusta näkösuorituskykyyn lähityöskentelyssä tutkimme käyttämällä Reading- Navigator- ja LetterSearch - testejä. Reading- Navigator-testillä mittasimme lukunopeuksia ja LetterSearch- testillä mitattiin visuaalisen haun aikaa, eli sitä miten kauan koehenkilöllä kestää löytää numerojoukon seasta yksittäinen kirjain. Ajatuksen LetterSearch- testin käyttöön saimme opettaja Juha Päällysaholta, sillä tarvitsimme Reading Navigator- testin antamien mittaustulosten ohelle myös lisää mittaustuloksia saadaksemme tarvittavan määrän vertailtavaa materiaalia. Testien lisäksi laadimme koehenkilöille kyselylomakkeen jonka avulla kartoitimme moniteholasien toimivuutta erilaisissa arkisissa tilanteissa. Tutkimuksemme on sekä, kvantitatiivinen, että kvalitatiivinen. Opinnäytetyön kvantitatiivinen eli laskennallinen osuus muodostuu Reading Navigator- ja LetterSearch- testeistä saaduista mittaus tuloksista. Kvalitatiivinen eli laadullinen osuus muodostuu kyselylomakkeiden vastausten analysoinnista.

Opinnäytetyömme ei ole täysin verrattavissa Työterveyslaitoksen johtamaan erityistyölasitutkimukseen, sillä se eroaa monin osin alkuperäisestä tutkimuksesta. Neljästä koehenkilöstä koostuva tutkimusjoukkomme oli huomattavasti pienempi kuin alkuperäisen tutkimuksen tutkimusjoukko. Tämän lisäksi opinnäytetyömme koehenkilöt eivät kaikki olleet näyttöpäätetyöntekijöitä ja ainoa yhteneväinen testi alkuperäiseen tutkimukseen verrattuna olivat mittaukset Reading Navigator- testillä. Näin ollen, tutkimuksien käytänteiden ollessa hyvin erilaiset opinnäytetyössämme saavutettuja tuloksia ei voi suoraan verrata Työterveyslaitoksen johtamaan tutkimukseen.

Opinnäytetyömme kirjallinen osio koostuu teoriaosuudesta, testeissä saatujen tulosten kirjaamisesta ja analysoinnista sekä pohdintaosuudesta jossa arvioimme tulosten merkitsevyyttä, luotettavuutta ja opinnäytetyömme onnistumista. Teoriaosuus käsittelee muun muassa lukemista ja sen nopeuteen vaikuttavia asioita, silmänliikkeitä, ikänäköä, moniteholinssejä ja tutkimuksessa käytettyjä testejä. Käytämme työssämme nimitystä moniteholasi, kun kyseessä on kehykseen hiotut moniteholinssit. Nimitystä moniteholinssi käytämme niissä tapauksissa kun kyseessä on irtonainen kehykseen hiomaton linssi.

2 Lukeminen

Lukemisessa yhdistyvät useat erilaiset näkemisen osa-alueet, kuten esimerkiksi näöntarkkuus, katseen kohdentaminen, akkommodaatio eli silmän sopeutuminen eri katseluetäisyyksille, binokulaarinen fuusiokyky eli kahden silmän kyky muodostaa yhtenäinen kuva ja konvergenssi eli silmien kääntyminen sisäänpäin. Lukemiseen vaikuttaa myös näkökenttä ja muotojen hahmottaminen. Lukeminen koostuu sakkaadien sarjoista ja fiksaatioista. Sakkaadien aikana silmä liikkuu hypähdyksittäin sanasta toiseen ja fiksaation aikana silmä pysyy suhteellisen paikoillaan näin mahdollistaen sanan prosessoinnin ja tunnistamisen. Lisäksi lukemiseen vaikuttaa kyky tunnistaa sanoja ja korkeamman tason kielellinen ymmärtäminen. Lukemiseen tarvittavien silmänliikkeiden hallinnasta ei tällä hetkellä ole kiistatonta näyttöä. Erimielisyyttä löytyy siitä kuinka suuri osa liikkeiden hallinnasta tulee visuaaliselta aivokuorelta ja siitä miten paljon kielellinen kognitiivinen ajattelu vaikuttaa silmän liikkeiden hallintaan. On olemassa kaksi erilaista oletettua mallia silmänliikkeistä: okulomotorinen-malli ja kognitiivinen prosessointi-malli. Okulomotorisen mallin mukaan silmänliikkeitä säätelee vain epäsuorasti korkeamman tason kognitiiviset prosessit ja päätös siitä milloin, ja mihin suuntaan silmiä liikutetaan, syntyy alemman tason visuaalismotorisista tekijöistä. Tällöin päätökseen siitä, mihin silmiä liikutetaan, vaikuttaisi tekstin ulkomuoto ja näöntarkkuuden rajoitukset. Kognitiivisen prosessointi mallin mukaan silmien liikuttamiseen ja fiksaation keston vaikuttavia asioita ovat sanastollinen tekstin ja sanojen tunnistaminen ja lauseen sisällön ennalta arvattavuus lauserakenteista ja asia yhteyksistä riippuen. Kognitiivisen prosessointimallin kannattajat eivät pois sulje täysin alemman tason okulomotorisia tekijöitä, mutta heidän näkemyksensä mukaan niiden vaikutus fiksaatioaikoihin on pieni verrattuna kognitiivisiin tekijöihin. He uskovat, että päätös liikuttaa silmiä pohjautuu vahvasti kognitiivisiin tekijöihin, mutta päätös siitä, mihin silmiä liikutetaan, on lähinnä okulomotorisista ja visuaalisista tekijöistä riippuvainen. Näiden kahden silmänliikemallin lisäksi on kehitetty myös E-Z Reader-malli. Sen mukaan on olemassa useita eri muuttujia jotka vaikuttavat sekä siihen milloin silmät liikkuvat, että siihen mihin ne liikkuvat. Yleisesti ottaen E-Z – malli sisältää neljä eri prosessia jotka vaikuttavat lukemisen etenemiseen. Nämä prosessit ovat: sanan tuttuuden tarkistus, sanastollisen

haun suoritus, sakkaadien ohjelmointi ja itse sakkaadit. Kun sanaan ensimmäisen kerran fiksoidaan alkaa sanan tuttuuden tarkistaminen, samanaikaisesti käynnistyy sanastollinen haku, eli sanan tunnistaminen. Sanan tuttuuden tarkistaminen viedään loppuun ennen sanan tunnistamista ja kun sana on tunnistettu alkaa alustavasti silmänliikeprosessi seuraavan sanan käsittelyä varten. Näin sanoja käsitellään ja tunnistetaan rinnakkain yhtäaikaaisesti.

Sanat tunnistetaan tarkimmin ja niihin uudelleen fiksoidaan vähemmän silloin kun fiksaatio osuu hieman sanan keskikohdasta vasemmalle. Jos fiksaatio osuu epäsuotuisammalle kohdalle, tarvitaan uudelleen fiksaatio siirtämään katse sanan optimaaliseen kohtaan. Sakkaadin pysähtymispaikka on ennalta päätetty tarkannäkemisen reuna-alueelta saadun tiedon perusteella. Tutkimuksissa on käynyt ilmi, että lyhyisiin sanoihin fiksoidaan vähemmän aikaa kuin pitkiin. Tämän lisäksi tekstissä usein toistuviin sanoihin fiksoidaan lyhyemmän aikaa kuin harvakseltaan esiintyviin sanoihin. Kielellisesti harvinaisemmat sanat vaativat myös pidemmän fiksointiajan, kuin sanat jotka esiintyvät usein kirjoitetussa tekstissä. Tutkimusten perusteella sanojen tunnistamiseen kuluva aika on sama, riippumatta sanojen esiintymistiheydestä. Vaikka suurimpaan osaan sanoista fiksoidaan, monien yli myös hypätään ja joihinkin sanoihin fiksoidaan useammin kuin kerran. Mitä pidempiä sanat ovat, sitä todennäköisemmin niiden yli ei hypitä vaan päinvastoin, niihin fiksoidaan useammin kuin kerran. 2-3 kirjaimisiin sanoihin fiksoidaan 25 % kerroista, kun taas sanoihin joissa on kahdeksan tai enemmän kirjainta fiksoidaan lähestulkoon aina ja yleensä myös uudelleen.

Sekoitettu teksti on tekstiä jossa lauseet rakentuvat satunnaisista sanoista jotka eivät muodosta sisällöllisesti järkevää luettavaa. Sekoitettun tekstin pitäisi vähentää sanojen yli hyppimistä ja lisätä yksittäiseen sakkaadiin kuluva aikaa. Tätä olettamusta ei tosin ole onnistuttu tieteellisesti todistamaan. Sekoitettun tekstin ja sekoittamattoman tekstin fiksaatioajat ovat samat yksittäisille sanoille. Sekoitetussa tekstissä oletetaan, että henkilö joutuu lukemaan kaikki sanat, sillä tulevat lauseen sanat eivät ole ennustettavissa lauseen sisällön perusteella. Sekoitettun tekstin on todettu hidastavan lukemista, mutta lisäävän sanojen muistamista sillä sekoitetussa tekstissä henkilö joutuu keskittymään enemmän kaikkiin sanoihin. Luettaessa länsimaalaista tekstiä joka kulkee vasemmalta oikealle, mahtuu henkilön näkökenttään noin 14 – 15 kirjainta oikealle ja 3 – 4 kirjainta vasemmalle. Silmien liikkeet ovat samanlaisia, luetaan sitten sekoitettua tekstiä tai normaalirakenteista tekstiä. Tekstin kirjoitusasu lisää

lukunopeutta, mikäli tekstin perusteella seuraavat sanat ovat helposti ennustettavissa. (Schad — Nuthmann — Engbert 2010: 2600-2616; Grosvenor, 2007: 475; Ansons — Davis 2001 s.99; Bullimore — Bailey 1995. s.128; Star — Rayner 2001: 157-160)

2.1 Lukunopeus

Normaalina lukunopeutena voidaan pitää noin kahtasataa sanaa minuutissa. Lukunopeus tosin vaihtelee suuresti riippuen henkilön yksilöllisistä ominaisuuksista. Lukunopeuden oletetaan muodostuvan kolmesta eri komponentista: fiksaatioiden nopeudesta, eteenpäin vievien sakkaadien toistuvuudesta ja siitä kuinka monta kirjainta henkilö etenee yhden sakkaadin aikana. Tutkijat Bullimore ja Bailey ovat kuvassa 1 esittäneet seuraavanlaisen kaavan jonka avulla voidaan määrittää lukunopeutta.

$$\frac{\text{letters}}{\text{second}} = \frac{\text{total saccades}}{\text{second}} \times \frac{\text{sum forward saccades}}{\text{total saccades}} \times \frac{\text{numbers of letters}}{\text{forward saccade}}$$

i.e.

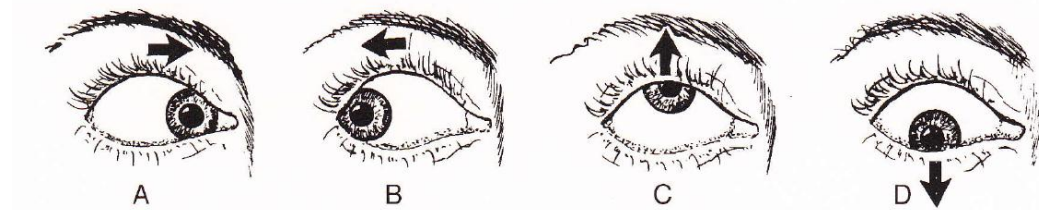
$$\text{reading speed} = (\text{fixation rate}) \times (\text{forward saccade ratio}) \times \left(\frac{\text{letters}}{\text{forward saccade}} \right)$$

Kuva 1 Lukunopeuden laskentakaava. (Bullimore — Bailey 1995: 130)

Lukunopeus on suurinta foveaalisella, eli keskeisellä tarkannäkemisen alueella, sen pudotessa lisääntyvällä tahdilla siirryttäessä kohti fovean reuna-alueita. Sanojen ollessa lyhyitä, noin kolmen tai neljän kirjaimen pituisia, voidaan lukunopeutta kasvattaa lisäämällä kirjaimien välistä etäisyyttä toisistaan. Sanoissa joissa on enemmän kuin neljä kirjainta ei kirjainvälin kasvattaminen nopeuta lukemista, sillä sakkaadien pituus ei suurene ja näin ollen sanan tunnistamisen vaikeutuu. Pidemmät, useasta kirjaimesta muodostuvat sanat vaativat useamman kuin yhden sakkaadin jotta sana nähtäisiin ja tunnistettaisiin kokonaisuudessaan. Pitkien sanojen kirjainvälien lyhentäminen ei kuitenkaan nopeuta lukemista, sillä liian lähellä toisiaan olevat kirjaimet vaikeuttavat sanan tunnistamista niin sanotusta tungos-ilmiöstä johtuen. (Bullimore — Bailey 1995: 125,129-130; Chung 2002: 1270-1276)

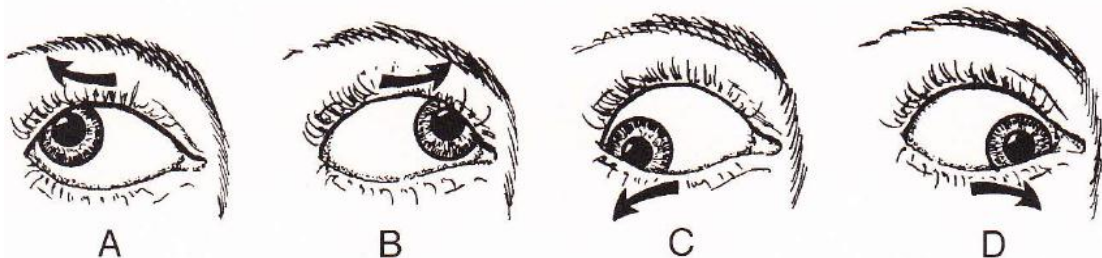
2.2 Silmänliikkeet

Silmänliikkeiden tarkoitus on yllä pitää foveaalista eli keskeisen näkemistä. Tarkkaa näkemistä edesauttaa silmien- ja päänliikkeiden yhdistäminen. Kuvan ajautuminen pois fovealta yli neljä astetta sekunnissa laskee näöntarkkuutta huomattavasti. Monokulaarisia, eli yhdellä silmällä tapahtuvia silmänliikkeitä kutsutaan duktioiksi. Kuvassa 2 on esitelty duktio- silmänliikkeet, A on adduktio eli silmäntähtäminen sisäänpäin, B abduktio eli silmän kääntyminen ulospäin, C elevaatio eli silmäntähtäminen ylöspäin ja D depressio eli silmäntähtäminen alaspäin.



Kuva 2 Duktioiden esittely (von Noorden – Campos 2002: 53)

Binokulaarisia eli kahden silmän yhteneväisiä silmänliikkeitä kutsutaan versioiksi ja vergensseiksi. Versio- silmänliikkeitä ovat esimerkiksi silmien yhtäaikaisten kääntyminen suoraan edessä olevan kohteen vasemmalle tai oikealle puolelle. Tällöin molemmat silmät kääntyvät samaan suuntaan. Vergenssi-liikkeet jaetaan divergenssiin ja konvergenssiin. Divergoitessa silmät kääntyvät ulospäin ja konvergoitessa sisäänpäin. Konvergenssia tapahtuu silloin kun katseltavaa kohdetta tuodaan lähemmäs kasvoja ja esimerkiksi silloin kun luetaan kirjaa lähietäisyydellä. Vergenssit mahdollistavat myös kolmiulotteisen näkemisen. Silmien ensisijainen katse-suunta on suoraan eteenpäin. Toissijaisesti silmät liikkuvat joko horisontaalisesti vasemmalle sekä oikealle, tai vertikaalisesti ylös sekä alas. Tämän lisäksi silmät liikkuvat myös viistoihin katseensuuntiin. Kuvassa 3 on esitelty vinot katseen suunnat, A on katseen suunta ylös- ja ulospäin, B ylös- ja sisäänpäin, C alas- ja ulospäin ja D alas- ja sisäänpäin.



Kuva 3 vinot katseen suunnat (von Noorden – Cambos 2002: 54)

Silmien kiertymistä myötä- tai vastapäivään kutsutaan torsionaalisiksi silmän liikkeiksi. Ensyklorotaatio tarkoittaa silmän kiertymistä kohti nenää ja eksyklorotaatio kiertymistä ulospäin kohti ohimoja. Torsionaaliset silmän liikkeet edesauttavat fiksaation pysymistä tarkan näkemisen alueella kun päätä kallistetaan kohti olkapäätä. Normaalissa binokulaarisessa näkötilanteessa molemmat silmät kääntyvät ja liikkuvat yhtä paljon ja yhtä nopeasti. Silmien tulisi yllä pitää samaa katse linjaa, vaikka toinen silmistä peitetäisiin ja näkevän silmän fiksaatio pistettä siirrettäisiin. Tällöin peitetyn silmän kuuluisi katsoa samaan pisteeseen, ei peitetyn silmän kanssa peiton poiston jälkeen. Tahdonalaisesti hallittavia silmänliikkeitä ovat sakkaadit ja pehmeät seuraamisliikkeet. Kyseiset silmänliikkeet ovat osallisina vaihdettaessa katseen suuntaa suunnasta toiseen. Optokineettinen- ja vestibulaarinenjärjestelmä sekä aivojen fuusiointikyky hallitsevat silmänliikkeitä joiden pyrkimys on tasapainottaa katseltavaa kohdetta. (Pensyl - Benjamin. 2006: 369, 375-376; Stidwill – Fletcher 2011: 119-120,123-124; Noorden – Cambos 2002: 54)

2.2.1 Sakkaadit

Sakkaadit ovat silmänliikkeitä jotka mahdollistavat katseen uudelleen suuntaamisen siten, että katseltava kohde pysyy tarkan näkemisen alueella. Sakkaadit ovat silmänliikkeistä nopeimpia ja niiden nopeus voi olla jopa 700 astetta sekunnissa. Sakkaadin huippunopeus on sidonnainen sen pituuteen. Normaali sakkaadin nopeus on noin 200 millisekuntia, mutta reaktioaikaan vaikuttaa merkittävästi luminanssi eli katseltavan kohteen kirkkaus, kohteen koko ja kontrasti taustaan nähden sekä katselijan motivaatio ja huomiokyvyn taso. Ihanteellisessa tapauksessa sakkaadi on yksittäinen nopea liike, joka pysähtyy kohteeseen. Sakkaadit voivat olla epätarkkoja kahdella tapaa, joko niin, että sakkaadin pituus jää liian lyhyeksi tai vastaavasti venyy liian pitkäksi. Suurimmassa osassa tapauksista sakkaadi jää liian lyhyeksi ja katse niin sanotusti liukuu kohteeseen. Sakkaadin jäädessä selkeästi tarkoitusta lyhyemmäksi, korjataan tilanne tekemällä uusi sakkaadi. Sakkaadin venyminen liian pitkäksi on harvinaisempaa. Tarkasti kohteeseen osuvat sakkaadit helpottavat ja nopeuttavat lukemista. Sakkaadit voivat olla joko refleksin omaisia tai tietoisesti tuotettuja silmänliikkeitä. (Ansons – Davis 2001: 99; Daum – McCormack. 2006: 145; Scheiman – Wick 2008: 387)

2.2.2 Muut silmänliikkeet

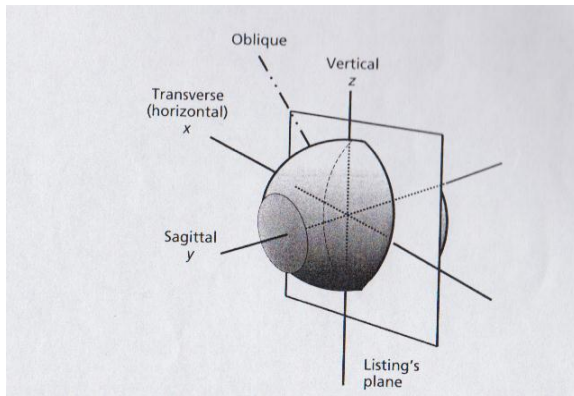
Pehmeät seuraamisliikkeet mahdollistavat kohteen pysymisen tarkan näkemisen alueella sen liikkumisnopeuden ollessa alle 40 astetta sekunnissa. Pehmeät seuraamisliikkeet ovat tarpeen silloin kun katseltava kohde liikkuu, katsoja itse liikkuu kohteen pysyessä paikoillaan tai näiden molempien yhdistelmästä. Pehmeä seuraamisliike aktivoituu kohteen liikkumisesta.

Vergenssi- silmänliikkeet mahdollistavat kolmiulotteisen näkemisen silloinkin, kun silmien on käännättävä sisäänpäin eri nopeuksilla. Tämä pätee myös silmien divergoitessa, eli kääntyessä ulospäin.

Vestibulo-okulaarinen refleksi aktivoituu silloin kun käännämme päätä pois katseltavasta kohteesta, mutta samanaikaisesti pyrimme pitämään sen tarkan näkemisen alueella. *Optokineettistä* silmävärvettä ilmenee tilanteissa joissa pää pysyy paikoillaan, mutta katse suunnassa olevat kohteet liikkuvat. Tällainen tilanne esiintyy esimerkiksi silloin kun junassa matkustettaessa katsotaan ohi kiitäviä maisemia. (Ansons – Davis 2001: 100; Daum - McCormack. 2006: 145; Stidwill – Flecher 2011: 125)

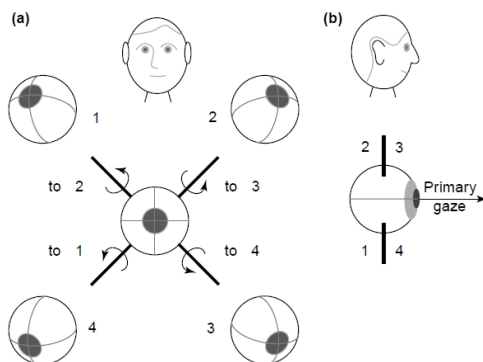
2.2.3 Listingin laki

Yksinkertainen tapa analysoida silmänliikkeitä on verrata niitä X-, Z- ja Y-akseleihin. Samantyyppiset akselit löytyvät myös päännliikkeistä. Verrattaessa silmänliikkeitä päännliikkeisiin ovat kuitenkin X- ja Y-akselit vaihtaneet paikkaa. X-akselin avulla silmä kääntyy ylös- ja alaspäin, X-akselin ollessa tällöin poikittain kulkeva akseli silmässä. Z-akseli kulkee silmässä pystysuuntaisena mahdollistaen silmän kääntymissuunnat sisäänpäin kohti nenää ja ulospäin kohti ohimoita. Sisäänpäin kääntymistä kutsutaan adduktioksi ja ulospäin kääntymistä abduktioksi. Silmän kääntymistä katseen pääsuunnasta voidaan mitata *azimut*-kulmalla. Y-akseli tunnetaan syvyysakselina. Se mahdollistaa silmän kiertyvät kääntöliikkeet. Silmän kääntymistä nenään päin kutsutaan intorsionaaliseksi kääntymiseksi ja nenästä pois päin kääntymistä ekstorsionaaliseksi kääntymiseksi. X- ja Z-akselit ovat sijoittuneet tasolle jota kutsutaan Listingin tasoksi. Kuvassa 4 havainnollistetaan Listingin tason sijoittumista X-, Z-akselille ja Y-akselille.



Kuvassa 4 Listingin taso ja silmän pyörähdys akselit. (Stidwill – Fletcher 2011: 136)

Vinoihin suuntiin katseen kääntäminen aiheuttaa silmään vääntymistä. Donersin lain mukaan kaikki vinoihin suuntiin olevat katseen suunnat aiheuttavat tietyn määrän vääntymistä. Tämä vääntyminen mahdollistaa sen, että tarkan näkemisen alueet sekä vasemmassa, että oikeassa silmässä saavat samanlaisen verkkokalvokuvan. Vääntymistä ei aiheudu silloin kun katse kääntyy suoraan ylös, alas tai sivulle silmän ensisijaisesta katse-suunnasta. Vääntymisen kiertokulma voidaan johtaa Listingin laista. Lain mukaan kaikki silmän asennot voidaan saavuttaa ensisijaisesta katseen suunnasta kääntämällä mitä tahansa yksittäistä akselia joka sijaitsee Listingin tasolla. Silmän kääntyessä pois ensisijaisesta katse-suunnasta sillä on käytettävissä enintään neljä akselia. Suoraan edestäpäin katsottuna ensimmäinen on horisontaalinen X-akseli suunnassa 180 astetta. Toinen on vertikaalinen Z-akseli suunnassa 90 astetta. Kolmas on yläosa 45 asteen kulmassa olevasta akselistä ja neljäs on akseli suunnassa 135 astetta. Akselit ovat suorassa kulmassa verrattuna ensisijaisen katse-suunnan Y-akseliin. Kuvassa 5 on esitetty epäkeskeiset silmien liikesuunnat piirrettyssä muodossa. A kohdassa suoraan edestäpäin ja B kohdassa silvulta päin, lisäksi B kohtaan on piirretty Listingin taso.



Kuva 5 kolmiulotteiset silmien orientaatio suunnat ja listingin taso. (Crawford – Martinez-Trujillo – Klier 2003: 656)

Kaikki akselit ovat sijoittuneena samalle Listingin tasolle. Vääntymisen määrä voidaan laskea seuraavalla kaavalla: $\sin y = (\sin x \sin z) / 1 + \cos x \cos z$. Kaavassa Y on tarvittava vääntö kääntymiseen, X on korkeuden kulma ja Z on *azimut*-kulma. Listingin laki pätee pääsääntöisesti suurimmassa osassa silmänliikkeitä, pitäen sisällään pehmeät seuraamisliikkeet ja sakkaadit. Poikkeama Listingin lakiin tapahtuu silmän liikkeessä yhdestä vinosta suunnasta toiseen vinoon suuntaan. Myös lähikonvergenssissa taso vääntyy hetkellisesti johtuen toden näköisesti silmälihasten toiminnasta. Käännettäessä päätä alaspäin ja samalla katsottaessa ylöspäin Listingin taso katoaa. Silmien vestibulor -liike on ristiriidassa Listingin tason kanssa. Myös vergenssi- liikkeen aikana Listingin taso ei ole voimassa. Listingin lain ansiosta saavutetaan mekaaninen etu tuottamalla mahdollisimman lyhyt silmän liike siirrettäessä katsetta haluttuun kohteeseen. Sensorisen havainnoinnin kannalta voidaan minimoida uhka jonka silmien kiertymien luo stereoptiselle näölle. Katseen ensisijaisena suuntana pidetään suoraa katselinjaa kuuden metrin etäisyydelle. Listingin lakia noudattaviin silmän liikkeisiin lukeutuvat sakkaadit pään ollessa paikoillaan, tasaiset seuraamisliikkeet, kääntyvä vestibulor-liike ja katseen pysähtyminen fiksaatiopisteeseen. Mukailtua Listingin lakia noudattavia silmänliikkeitä ovat pysyvässä vergenssissä tapahtuvat sakkaadit sekä toonisesta pään kääntämisestä aiheutuvat sakkaadi- ja seuraamisliikkeet. Listingin lakia rikkovia silmänliikkeitä ovat kääntävät vestibulor-okulaariset refleksiliikkeet, optokineettiset silmävärveliikkeet, sakkaadiliikkeet silloin kun pää ei ole kiinteästi paikoillaan sekä patologiset silmänliikkeet esimerkiksi aivorungon vahingoittumisen jälkeen. Listingin lakia hyödynnetään uusien pistehiottujen yksi-, ja moniteholinssien kuvautumisen parantamisessa. (Stidwill – Fletcher 2011: 134-137; Crawford – Martinez-Trujillo – Klier 2003: 655-662; Parks n.d; Hoya n.d a:1-5)

3 Presbyopia

Presbyopia eli ikänäkö on luonnollinen ikään liittyvä ilmiö, joka johtuu akkommodaatiolaajuuden asteittaisesta pienenemisestä. Tällöin silmän sisällä olevan linssin, eli mykiön mukautumiskyky eri katseluetäisyyksille heikkenee. Ikänäön seurauksena näkeminen lähietäisyyksille vaikeutuu. Ikävuosien viisi ja viisikymmentäkaksi välisenä aikana akkommodaatiolaajuus pienenee noin 0,3 dioptriaa vuodessa ja noin 52 -vuotiaana akkommodaatiolaajuus on käytännössä nolla. Jäljelle jäävä noin yhden dioptrian jäännöslaajuus syntyy lähinnä pupillin pienestä koosta aiheutuvasta syväterävyysvaikutelmasta. Ikänäkö ilmenee yleensä ikävuosien 40 - 45 paikkeilla. Suurimmalla osalla ihmisistä oireet muuttuvat merkittäviksi noin 42 - 44-vuotiaana, mutta oireet voivat tapauskohtaisesti ilmetä jo varhaisemmassakin vaiheessa. Ikänäkö voidaan jaotella sen kehitysasteen mukaisesti ennenaikaiseen, alkavaan, toiminnalliseen ja absoluuttiseen ikänäköön. Ennenaikaisessa ikänäkössä oireet ilmaantuvat normaalia aikaisemmin. Ennenaikainen ikäkö aiheutuu yleensä ympäristöön, ravintoon, sairauksiin tai lääkityksiin liittyvistä tekijöistä. Alkavassa ikänäkössä henkilöllä ei vielä ole varsinaisia ongelmia. (Ciuffreda 2006: 128–129,131; Mancil – Bailey – Brookman – Campbell – Cho – Rosenbloom – Sheedy 2011: 4-5)

3.1 Syntytap

Ikänäön syntytavasta on olemassa useita teorioita, mutta niistä yleisimmin käytetyt ovat Helmholtz - Hess - Gullstrandin ja Donders - Duane - Finchamin teoriat.

Helmholtz-Hess-Gullstrand teorian mukaan akkommodaatiolaajuuden pieneneminen johtuu biomekaanisista muutoksista mykiössä ja mykiökapselissa. Mykiön koko kasvaa koko eliniän ja ajan myötä mykiö tiivistyy ja kovenee. Samaan aikaan mykiötä ympäröivän mykiökapselin elastisuus vähenee. Teorian mukaan mykiötä ympäröivien sädelihasten supistumisvoima ja kyky akkommodaatiotason muutokseen pysyy samana läpi elämän. Mykiössä ja mykiökapselissa tapahtuvien muutoksien seurauksena sama lihasvoima, joka aikaisemmin muutti mykiön muotoa eri katseluetäisyyksille, ei enää riitä saman lopputuloksen aikaansaamiseksi. Teorian

mukaan ikänäön kehittyminen aiheutuu siitä, että mykiön kyky muotoutua sädelihaksen vaikutuksesta heikkenee.

Donders-Duane-Fincham teoria on puolestaan päinvastainen Helmholtz-Hess-Gullstrandin teoriaan verrattuna. Sen mukaan akkommodaatiolaajuuden pieneneminen aiheutuu lihasten toiminnan heikkenemisestä. Teorian mukaan mykiön ja sitä ympäröivän mykiökapselin muovautumiskyky pysyisi samana läpi elämän huolimatta siitä, että mykiön koko kasvaa. Näin ollen iän myötä pienentynyt akkommodaatiolaajuus johtuu lihasten heikentyneestä supistumisvoimasta. (Ciuffreda 2006: 136–138)

3.2 Jaottelu

Ikänäkö voidaan jaotella sen kehitysasteen mukaisesti ennenaikaiseen, alkavaan, toiminnalliseen ja absoluuttiseen ikänäköön. Ennenaikaisessa ikänäkössä oireet ilmaantuvat normaalia aikaisemmin. Ennenaikainen ikäkö aiheutuu yleensä ympäristöön, ravintoon, sairauksiin tai lääkityksiin liittyvistä tekijöistä. Alkavassa ikänäkössä henkilöllä ei vielä ole varsinaisia ongelmia, mutta pienten tekstikokojen lukeminen vaatii usein ylimääräistä ponnistelua ja hämärä valaistus pahentaa oireita. Normaalisti näöntarkastuksessa refraktioon menisi lähiläsäystä, mutta asiakas kokee sen tarpeettomaksi, lukemisen onnistuessa myös ilman lähikorjausta. Toiminnallisen ikänäön vaiheessa oireet pahenevat ja lähikorjaus tulee tarpeelliseksi. Absoluuttinen ikänäkö on tila jossa käytännössä akkommodaatiolaajuus on olematon. (Mancil – Bailey – Brookman – Campbell – Cho – Rosenbloom – Sheedy 2011: 4-5)

3.3 Riskitekijät

Aika on ikänäölle varmimmin altistava tekijä. Ennenaikaisesti ikänäkö voi ilmetä silmään kohdistuneen trauman seurauksena. Myös systeemisairaudet kuten diabetes ja Ms-tauti eli multippelliskleroosi sekä verenkiertoelimistön sairaudet ja sairauksien hoidossa käytettävät lääkkeet voivat altistaa ikänäön ennenaikaiseen ilmaantumiseen. Hyperooppiset eli kaukonäköiset ihmiset kokevat usein ikänäön oireita aiemmin kuin myooppiset eli lähinäköiset. Naiset oirehtivat yleensä miehiä aikaisemmin fysiologisista syistä johtuen, sillä naiset ovat yleensä miehiä pienikokoisempia ja lyhytraajaisempia. Näin ollen työskentely etäisyydetkin ovat lähempänä. Päiväntasaajan lähetyvillä elävät

ihmiset ikänäköistyvät aiemmin auringon uv-säteilyn vaikuttaessa enemmän silmän rakenteisiin, kuin esimerkiksi pohjoisella pallonpuoliskolla asuvilla. Myös ammatti voi vaikuttaa siihen kuinka varhain ikänäköisyys muuttuu merkittäväksi. Paljon lähityöskentelyä sisältävä ammatti aiheuttaa lähinäön oireita aikaisemmin kuin ammatti jossa tarvetta lähityöskentelylle ei ole. Muita riskitekijöitä ikänäköille ovat muun muassa huono ravitsemus, sukeltajan tauti ja ympäröivä lämpötila. (Mancil – Bailey – Brookman – Campbell – Cho – Rosenbloom – Sheedy. 2011: 5-6)

3.4 Oireet

Ikänäkö aiheuttaa näön heikkenemistä lähietäisyyksille. Yleisimpiä oireita ovat viive kuvan tarkentumisessa katseltaessa vuoroin lähelle ja kauas, näkemisen epämiellyttävyys, päänsärky sekä muut astenooppiset eli epämääräiset oireet, silmien siristely, väsyneisyys lähityöskentelyssä, kasvanut työskentelyetäisyys, lisääntynyt valontarve luettaessa ja diplopia eli kahtena näkeminen. Se, missä vaiheessa oireet muuttuvat niin merkittäviksi, että tarvitaan lähikorjausta, vaihtelee yksilöllisesti ihmisten välillä. Oireiden suuruuden kokemukseen vaikuttaa paljolti se, mille etäisyyksille ihmisen tarvitsee arjessaan nähdä. Esimerkiksi toimistotyötä tekevä tai paljon käsitöitä harrastava kokee oireet häiritsevinä huomattavasti varhaisemmin kuin henkilö jolla ei työssään tai harrastuksissaan ole tarvetta nähdä lähelle. (Mancil – Bailey – Brookman – Campbell – Cho – Rosenbloom – Sheedy. 2011: 9)

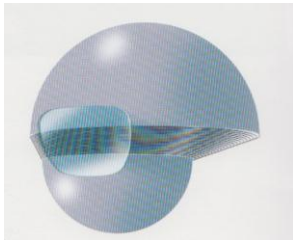
3.5 Hoito

Ikänäön aiheuttama muutos näkemisessä on peruuttamaton, eli sitä ei voi parantaa. Lähinäön puutteita korjaamaan löytyy laaja valikoima erilaisia silmälasilinssejä, piilolinssejä sekä myös kirurgisia keinoja. Silmälaseissa ikänäkö voidaan korjata joko yksi- kaksi- kolmi- tai moniteholinsseillä. Yksitehoisessa silmälasilinsissä on vai yksi voimakkuus jolla nähdään määrälliselle etäisyydelle. Yleensä yksitehoiset lukulasit mitoitetaan noin 40 senttimetriin. Kaksiteholinsissä linssin yläosassa on voimakkuus jolla näkee kauas ja alaosassa erillisessä lukuluukussa voimakkuus jolla näkee lähelle. Kolmiteholinsissä linssi rakentuu kolmesta rajallisesta linssiluukusta. Ylimmällä luukulla näkee kauas, keskimmaisella välietäisyyksille ja alimmaisille lähietäisyyksille. Moniteholinsillä näkee rajattomasti sekä kauko- väli- että lähietäisyyksille. Piilolinsseillä voidaan ikänäköisyyttä hoitaa joko monitehoisilla tai kaksitehoisilla

piilolinssillä. Näiden lisäksi voidaan tehdä yksitehoisilla piilolinssillä henkilölle monovision, jolloin toisella silmällä näkee kauas ja toisella lähelle. Ikänäköä voidaan korjata myös piilolinssien ja silmälasien yhdistelmällä niin, että henkilö käyttää esimerkiksi piilolinssijä korjaamaan kaukonäköä ja erillisiä lukulaseja piilolinssien kanssa. Kirurgisesti voidaan korjata ikänäköä taittovirhekirurgian keinoin ja silmän sisään asennettavilla linssillä ja esimerkiksi kaihileikkauksen yhteydessä monitehoisella mykiöllä.(Mancil – Bailey – Brookman – Campbell – Cho – Rosenbloom – Sheedy 2011: 24-25, 27-28,30-31)

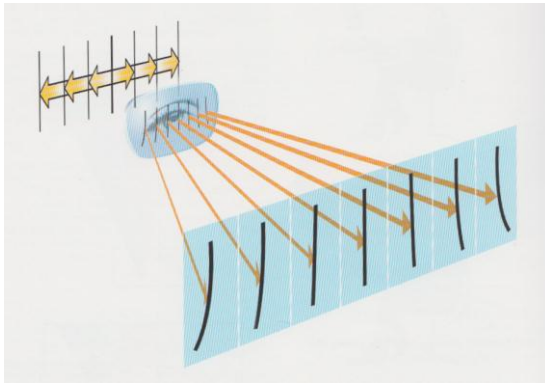
4 Monitehosilmälasilinssit

Monitehosilmälasilinssissä plus voimakkuus kasvaa yhtenäisesti linssin yläosasta alaosaan päin. Moniteholinssin voimakkuuden muutos on toteutettu jyrkentämällä linssin pintakaarevuutta siirtyessä ylhäältä alas. Kuvassa 6 on nähtävissä kuinka portaattomasti kaarevuussäde muuntuu moniteholinssissä. Kaarevuuden muutos on ennalta määritelty, jolloin saavutetaan näkyvyys kaikille etäisyyksille kaukaa lähelle. Moniteholinssissä ei ole selviä rajoja eri voimakkuus alueiden välillä niin kuin esimerkiksi kaksitehoisessa linssissä, jossa linssin alaosassa on selkeärajainen lukuvoimakkuuden sisältämä lukuluukku. (Essilor 2006: 6)



Kuvassa 6 Kaarevuus säteen rajaton muuntuminen (Essilor 2006: 6)

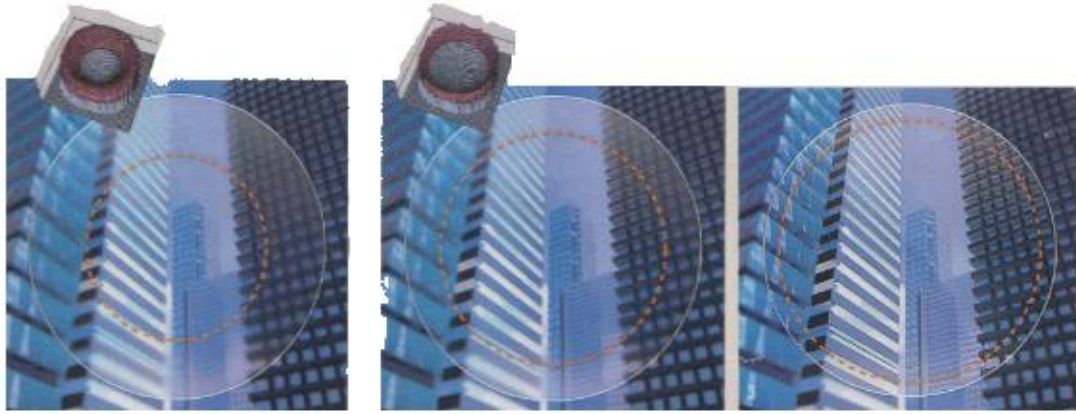
Monitehosilmälasilinssien päätarkoitus on palauttaa käyttäjälle väli- ja lähialueet joiden näkeminen on heikentynyt ikänäköisyyden seurauksesta.. Moniteholinssin rakenne on suunniteltu siten, että se mahdollistaa yhtenäisen näkökentän kauko-, väli- sekä lähietäisyyksille. Alueiden välillä ei ole selvää rakenne-eroa vaan voimakkuus vaihtuu lineaarisesti saaden linssin näyttämään yhtenäiseltä.. Voimakkuuden muuntuminen kaukoalueelta lähialueelle aiheuttaa linssin reuna-alueille vääristymiä. Kuvassa 7 havainnollistetaan sitä miten linssien reuna-alueet vääristävät suorien viivojen kuvautumista. (Essilor 2006: 6,10; Jalie 2001: 150 - 151)



Kuva 7 Reuna-alueiden aiheuttama kuvautumisvirhe (Essilor 2006: 7)

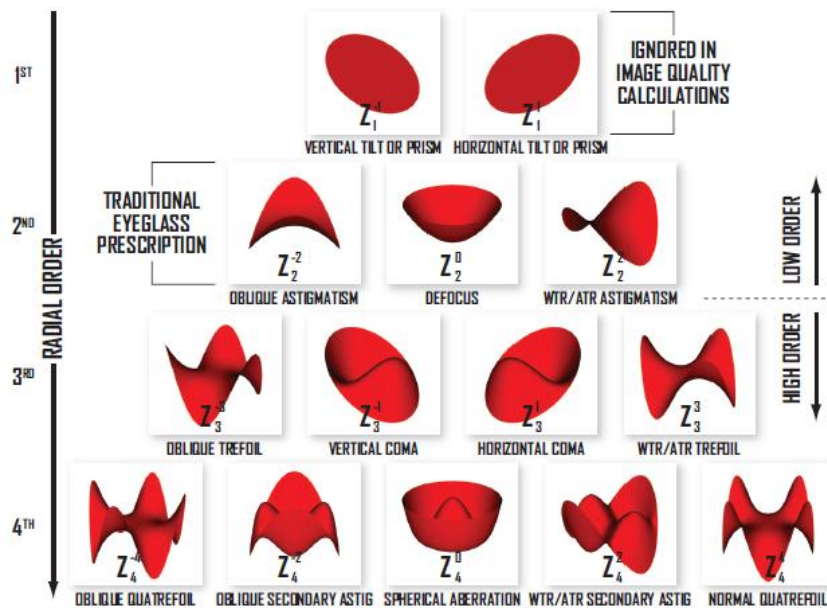
4.1 Linssi rakenteiden kehittyminen

Aikaisemmin silmälasien voimakkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat olleet linssimateriaalin taitekerroin, kaarevuussäde ja linssin paksuus. Parhaan optisen korjauksen aikaansaamiseksi tarvittiin myös tieto linssin sfäärisestä ja astigmaattisesta voimakkuudesta. Pelkästään näillä kahdella arvolla ei kuitenkaan voitu tuottaa tasaista ja tarkkaa kuvaa silmän kaikkiin katsesuuntiin hajataitteisuuutta korjaavissa silmälasissa, sillä katseen siirtyessä pois suorasta katselinjasta kuvan laatu heikkeni. Aikaisemmin silmälasien valmistuksessa ei siis ole otettu huomioon silmien liikkumista linssin takana, vaan ne on valmistettu vain suoraa katselinjaa ajatellen. Kun Listingin laki alettiin ottamaan huomioon silmälasien valmistuksessa, saatiin aikaan parempi kuvautuminen linssien laita-alueilla. Kuvassa 8 vasemmalla oleva kuva edustaa sfääristä korjausta joka aiheuttaa laita alueiden vääristymiä, keskimäinen kuva edustaa asfääristä linssimuotoilua jolla saavutettiin reuna-alueiden tarkempi kuvautuminen. Oikean puoleisessa kuvassa on linssin valmistuksessa huomioitu Listingin laki, jolloin kuvautuminen on tarkkaa lähes koko linssin alueella. (Hoya n.d: 1-5)



Kuvio 8 kuvautumisen paraneminen. (Hoya n.d: 4-5)

Aaltorintamateknologian linssihin hiotaan korvaavat voimakkuudet silmän korkeille ja matalille aberraatioille, eli kohteen kuvautumisen vääristymille. Sekä Rodenstock, että Zeiss ovat kehittäneet laitteistot joiden avulla voidaan linssien hionnassa hyödyntää aaltorintamateknologiaa. Rodenstock käyttää laitteestaan nimeä DNEye® Scanner (Rodenstock 2012) ja Zeiss vastaavanlaisesta laitteesta nimeä i.Profilerplus® (Zeiss n.d). Molemmat laitteet mittaavat silmän sarveiskalvon muotoa ja sitä kuinka silmän rakenteet hajottavat siihen suunnattua valokimppua. Laitteiden mitoitusten perusteella voidaan valmistaa linssijä joiden pintamuodon hionnassa on huomioitu tarvittavat korjaukset. Korjausten avulla silmään menevä valokimppu olisi muotoiltu silmän aberaatioiden mukaan, jolloin valon osuessa verkkokalvolle olisi valokimppu mahdollisimman tarkasti alkuperäisen lähetetyn valokimpun muotoinen. Kuvassa 9 on esitelty erilaisia aberraatioita. Aikaisemmissa moniteholinsseissä on onnistuttu korjaamaan alemman tason aberraatioita, mutta nyt, aaltorintamateknologian avulla myös korkeamman tason aberraatioiden korjaaminen on mahdollistunut. tämä teknologia edesauttaa myös parempaa kontrastien näkemistä ja tarkentaa näkemistä pimeässä vähentäen yömyopiaa. (Meistre – Thibos 2010: 1-7)



Kuva 9 aberaatiokartta (Meistre – Thibos 2010: 3)

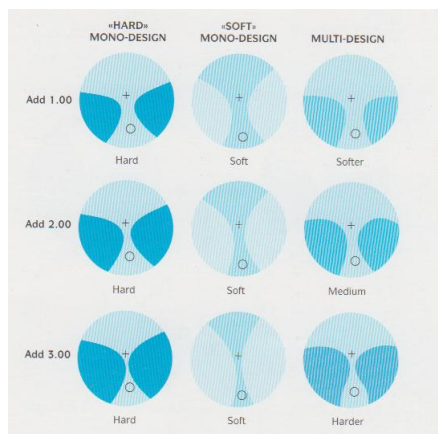
4.2 Historia

Moniteholinssin keksi Bernard Maitenaz vuonna 1959. Hänen keksimä moniteholinssi sai nimen Varilux 1. Monitehoisuus oli hiottu linssin etupinnalle ja linssi oli rakennettu siten, että lukualue oli suoraan kaukoalueen alla. Kehykseen hiottaessa linssit asennettiin 10 astetta vinoon siten, että lukualue siirtyi lähemmäksi nenää. (Essilor 2006: 25)

Vuonna 1965 Essel esitti ensimmäisen muovisen Varilux linssin, joka sai nimekseen Variplas. Uudessa linssissä monitehoinen rakenne oli hiottu linssin takapinnalle. Kyseisen rakenteen mahdollisti linssin valaminen muotilla, hiomisen sijasta. Tämän jälkeen monitehorakenne siirtyi linssin etupinnalle seuraavaksi 30 vuodeksi. (Hoya 2007: 1)

Toisen sukupolven monitehoissa keskityttiin vähentämään linssien reuna vääristymiä ja rakennetta muutettiin vastaamaan paremmin näköjärjestelmän luonnollista toimintaa. Vuonna 1972 linssien hiontaan tuli mukaan epäsymmetrisyys, jolla pyrittiin parantamaan silmien yhteistoimintaa. Samalla moniteholinssien pinnat muuttuivat myös atoorisiksi (Esselin toimesta.). Atoorisessa pinnassa on useita asfäärisiä kaarevuussäteitä viere vieressä. Vuonna 1988 toivat kolmannen sukupolven moniteholinsit mukanaan multi-design rakenteet. Oli havaittu, että eri

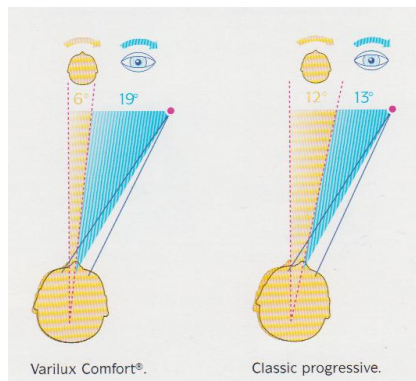
lukuvoimakkuuksilla voitiin käyttää erilaisia rakenteita. Pienet lukuvoimakkuudet mahdollistivat pehmeämmät rakenteet jolloin reuna vääristymät voitiin hioa laajemmille alueille niiden häiritessä vähemmän linssin käyttäjää. Pehmeämmän rakenteen omaavissa linseissä voimakkuuden muutoskanava oli pitkä. Suuremmilla lukuvoimakkuuksilla reuna vääristymät pakattiin lähemmäs toisiaan ja näin kehittyi niin sanottu kovan rakenteen moniteholinssi. Kovalla linssirakenteelle vääristymäalueet olivat selkeämmin havaittavissa, mutta pienemmällä alueella kuin pehmeän rakenteen omaavissa linseissä. Lisäksi voimakkuuden muutoskanava oli lyhyempi. Multi-design linseissä kehitettiin 12 erilaista linssirakennetta vastaamaan eri lukuvoimakkuuksia. Voimakkuuden muutoskanavat vaihtelivat pitkästä lyhyeen. Kuvassa 10 on esitelty peruseriaa multi-design moniteholinsseistä. (Essilor 2006: 26-27; Jalie 2001: 61; Piiloset 2012: 7)



Kuva 10 multidesign periaate. (Essilor 2006: 27)

Neljännän sukupolven linseissä uutena asiana tuli luonnollisempi katselu. Linssien katselualueet saatiin hiottua paremmin kohdalleen ja näin vähennettyä pään turhaa liikuttamista. Samaan aikaan kehitettiin Monitehorakenne jossa voimakkuuden muutos tapahtui hyvin lyhyellä matkalla. Katselualueiden leventymisen ja reuna-alueiden vääristymien pienentymisen ansiosta pään liikuttaminen sivusuunnassa väheni. Jotta aikaisemmin suorasta katselinjasta voitiin katsoa sivulle 25 asteen kulmaan, täytyi päästä ensin kääntää 12 astetta ja loput 13 astetta saavutettiin silmiä kääntämällä. Uusissa moniteholinsseissä pään kääntöä tarvittiin ainoastaan 6 astetta ja loput 19 astetta voitiin kääntää silmiä. Kuvassa 11 on havainnollistettu kyseistä muutosta. Samalla neljännän sukupolven moniteholinsseissä lukualueen sisennystä muutettiin voimakkuudesta riippuen. Pienillä lukulisillä lukualue sijaitsi keskemällä linssiä, kun

taas suuremmilla voimakkuuksilla lukualue keskiöitiin lähemmäs nenää ja samalla lukualueen noustessa ylemmäksi. (Essilor 2006: 28)

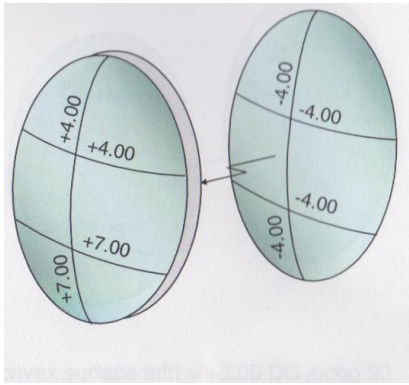


Kuvassa 11 silmien ja päänkääntämisen suhde (Essilor 2006: 29)

Seikon kehittämät modernit takapintaiset moniteholinssit tulivat markkinoille vuonna 1998. Ensimmäiset versiot olivat vain miinusvoimakkuuksille. Etupinnalla oli pohja sfääriselle voimakkuudelle ja takapinnalle hiottiin monitehorakenne, hajataitteisuus ja viimeistely sfääriselle voimakkuudelle. Samoihin aikoihin myös Hoya esitteli ensimmäistä kertaa atoorisen moniteholinssipinnan. Linssit valmistettiin tietokoneohjatulla tarkkuus sorvilla. (Hoya 2007: 1; Jalie 2005: 32)

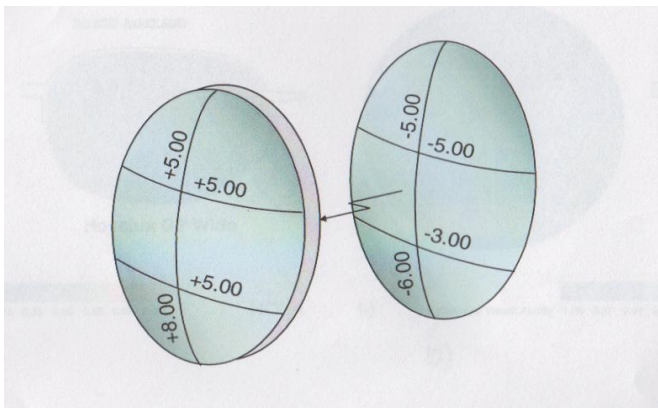
Essilorin viidennen sukupolven linssissä monitehorakenne oli etupinnalla. Näkökenttien laajentuminen jatkui ja myoopeille, hyperoopeille ja emmetroopeille kehitettiin erilailla keskiöidyt lukualueet näin parantaen ääreisalueiden kuvautumista. (Essilor 2006: 31)

Vuonna 2004, Hoya toi markkinoille moniteholinssin, jossa monitehon kanavarakenne oli jaettu sekä linssin etu-, että takapinnalle. Tosin jo vuonna 2003, Johnson & Johnson oli kehittänyt samankaltaista rakennetta. Uudella rakenteella esimerkiksi +2.00 dioptrian lukulisäys saavutettiin siten, että +0.75 dioptriaa oli sijoitettu linssin etupinnalle ja loput +1.25 dioptriaa takapinnalle. Hoyan iD-linssin etupinnalle hiotaan neljä eri plusvoimakkuutta vaaka- ja pystylinjalle. sitten linssin takapinnalle hiotaan tarvittavat miinusvoimakkuudet jotta saadaan aikaan haluttu kaukovoimakkuus ja tarvittava lukulisä. Kuvassa 12 selvennetään kyseistä rakennetta. (Hoya 2007:1-2)



Kuva 12 Plano add +3.00 dioptriaa linssin rakenne. (hoya. 2007: 12)

Vuonna 2007 Hoya toi markkinoille uuden iD Lifestyle linssin jonka rakenne poikkeaa aikaisemmasta versiosta. Uudessa versiossa linssin etupinnalle on hiottu lukulisää +3.00 dioprian verran 90 asteen suunnassa. Kyseinen voimakkuus löytyy kaikkien linssien etupinnalta huolimatta siitä mikä on lopullinen lukulisän määrä. Linssin takapinnalle hiotaan tarvittava miinus- tai plusmerkkinen lukulisä jotta saavutetaan haluttu linssivoimakkuus. Jos esimerkiksi haluttu lukulisän vahvuus on +2.00 dioptriaa, hiotaan takapinnalle -1.00 dioptriaa 90 asteen suunnassa ja +2.00 dioptriaa 180 asteen suunnassa. Progressiokanavan vakioimisen pitäisi helpottaa käyttäjän tottumista uusiin lasihin lukulisän vaihtuessa vanhaan voimakkuuteen verrattuna. Kuvassa 13 on nähtävissä kyseisen linssin rakenne. (Hoya 2007: 2)



Kuva 13 Hoya lifestyle rakenne. (Hoya 2007: 14)

Vuonna 2011 Rodenstock toi markkinoille ensimmäiset aaltorintamateknologiaan perustuvat moniteholinssit. (Rodenstock 2012). Essilorin näkemyksen mukaan tähän asti on pyritty parantamaan kahdensilmän yhteisnäköä muuttamalla linssien rakennetta epäsymmetriseksi ja näin parantaen aivoissa tapahtuvaa sensorista fuusiota. Kaikki muutokset on tehty muuttamalla moniteholinssejä yksittäin, kiinnittämättä huomiota

moniteholinssien toimivuuteen parina, tai siihen kumpi silmistä on johtava silmä. Essilorin seuraavan sukupolven linseissä johtavan silmän moniteholinssin parametreja peilataan ei-johtavan silmän monitehorakenteeseen. Näin pyritään vähentämään linssien aiheuttamaan keinuttamisen tunnetta ja suurentamaan alueita joilla linseillä nähdään tarkasti. (Guilloux – Mousset – Calixte – Karioty – Marie – Poulain– Miede 2012: 3-4)

4.3 Tutkimuksessa käytetyt moniteholinssit

Opinnäytetyössämme käytimme kahta erityyppistä moniteholasilinssiä. Toinen moniteholinsseistä edustaa perinteistä hiontatekniikkaa ja toinen pistehiontateknologialla valmistettua kaksoisatoorista moniteholinssiä, jonka progressiokanava on jaettu sekä etu-, että takapinnalle. Uudemman tyyppisessä linssissä kehyksen istuvuusparametrien ja refraktion voimakkuustietojen avulla on pyritty luomaan mahdollisimman yksilöllinen moniteholinssi. Näitä parametreja käyttäen on tuotettu mahdollisimman pienet vääristymäalueet linssirakenteeseen ja näin tavoiteltu mahdollisimman laadukasta näkemistä lähi- ja välialueille. Vanhempaa teknologiaa edustavassa linssissä on myös pyritty vähentämään epätoivottua astigmatiaa ja tavoiteltu laajempia näköalueita. Molemmat moniteholinsseistä ovat lyhyen progressiokanavan omaavia linsejä. Työssämme käytämme moniteholaseista nimityksiä 1. pari ja 2. pari. Pari 1 edustaa vanhempaa teknologiaa ja pari 2 uudempaa.

5 Tutkimuksessa käytetyt testit

5.1 Reading navigator

Reading Navigator on suomalaisen silmätautien erikoislääkäriin, Markku Leinosen kehittämä ja patentoima testi lukukyvyn mittaukseen. Sillä voidaan mitata lukuvisusta eli sanaerotuskykyä, lukunopeutta, silmän tarkennuskykyä eri lukuetaisyyksille ja tekstin suurennustarvetta tapauksissa joissa näkö on esimerkiksi silmänsairauden seurauksesta heikentynyt. Testiä voidaan käyttää eri etäisyyksille. Tulosten perusteella voidaan arvioida, ovatko testihenkilön silmälasit voimakkuuksiltaan esimerkiksi sopivat lukemiseen. Testillä voidaan myös määrittää onko lasien linssityyppi sopiva käytettyä katseluetaisyyttä varten, esimerkiksi näyttöpäätetyöskentelyssä. Tämän lisäksi testillä voidaan myös määrittää mikä on pienin tekstikoko, jota henkilön on järkevä käyttää eri lukuetaisyydelle. Reading Navigator – testiä voidaan käyttää seuraavilla etäisyyksillä: 20cm, 25cm, 32cm, 40cm, 50cm, 63cm, 79cm, 100cm, 130cm, 160cm ja 200 cm.

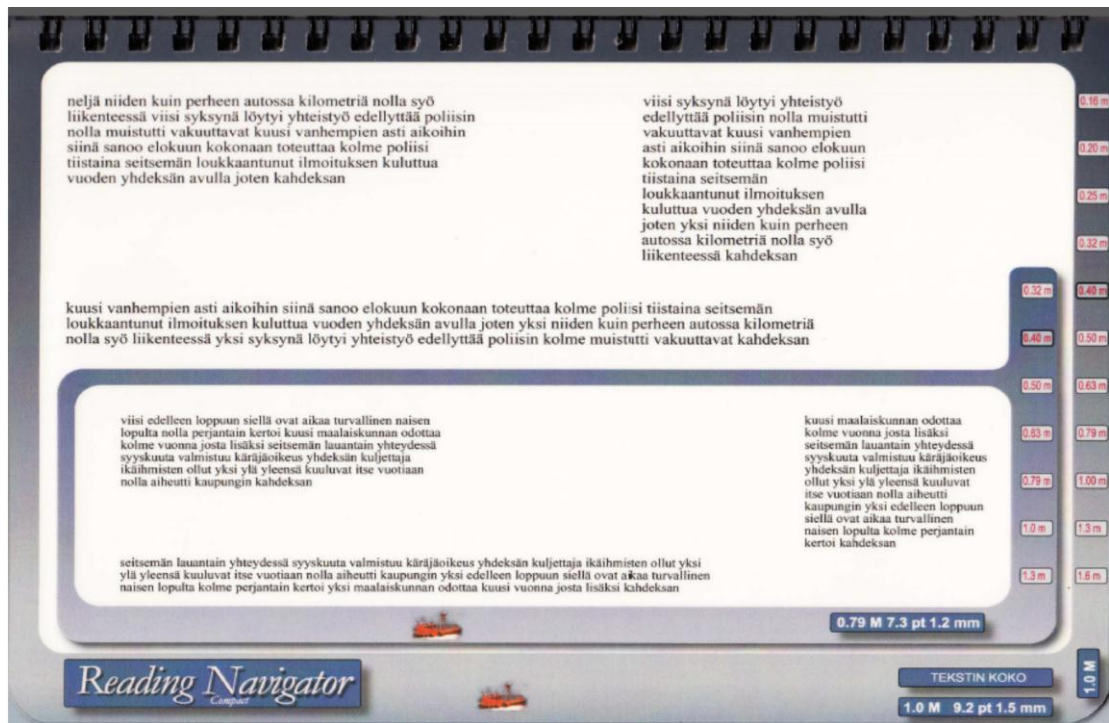
Reading Navigator – testi on suunniteltu näköjärjestelmän toimintaa ajatellen. Jokainen tekstikappale on visuaalisesti samannäköinen, ainoastaan kappaleen koko muuttuu. Sanojen määrä ja sanojen pituus kappaleissa ovat samat. Jokaisessa Reading Navigator- tekstikappaleessa on 30 satunnaista, yleistä suomen kielen sanaa sekä yhdeksän lukusanaa. Esimerkiksi jokaisessa tekstikappaleessa on yksi kolmikirjaiminen sana, kaksi nelikirjaimista sanaa, kolme viisikirjaimista sanaa ja yksi 13-kirjaiminen sana. Reading Navigatoria on saatavilla myös muilla kielillä kuin suomeksi.

Kuvassa

14

yksi

testisivu.



Kuva 14 Reading Navigator sivu (Reading Navigator 2011:4)

Reading Navigator- testissä pyydetään henkilöä lukemaan tekstikappaleesta pelkkiä numeroita. On tärkeää, että henkilö lukee vähintään neljä lukusanaa yhdeksästä. Tällöin katse joutuu etenemään tekstikappaleessa useita rivejä ennen kuin tarvittavat neljä lukusanaa löytyvät. Kappaleen ja rivin keskellä lukeminen on suorituksena selkeästi vaativampaa kuin ensimmäisellä rivillä. Kun tekstikoko muuttuu testihenkilölle liian pieneksi, pystyy hän lukemaan vain tekstikappaleen ensimmäisen rivin sanoja. Kuvassa 15 esitetään isolla fontilla oleva testialue ja kuvassa 16 pienemmällä fontilla.

viisi edelleen loppuun siellä ovat aikaa turvallinen naisen lopulta nolla
perjantain kertoi kuusi maalaiskunnan odottaa kolme vuonna josta lisäksi
seitsemän lauantain yhteydessä syyskuuta valmistuu käräjäoikeus yhdeksän
kuljettaja ikäihmisten ollut yksi ylä yleensä kuuluvat itse vuotiaan nolla
aiheutti kaupungin kahdeksan

Kuva 15 Iso fonttinen testialue (Reading Navigator 2011)

Ja pienemmällä tekstillä:

kuusi myös mielestä kuuluu erilaisia kolme prosenttia torstaina päivänä valittiin seitsemän joissa lähti vielä yhdeksän mukaisesti mitä arvelee välttämättä kai yksi kertovat päätöksen suomen aloitti kyllä nolla alueelle kuntaliiton jälleen paremmin yksi vaihtoehto kolme suurin markkaa keskiviikkona yliopistossa kahdeksan

Kuva 16 Pienempi fontti (Reading Navigator 2011)

5.2 LetterSearch

LetterSeach2 on visuaalisenhaun ohjelma, jolla voidaan mitata havaintonopeutta, eli sitä kuinka nopeasti henkilö kykenee löytämään kohdeärsykkeen muiden ärsykkeiden joukosta. Visuaalisella haulla tarkoitetaan kaikessa yksinkertaisuudessaan sitä, kun ihminen etsii jotakin tiettyä kohdetta muiden kohteiden joukosta, esimerkiksi puhelinluettelosta tiettyä nimeä ja puhelinnumeroa. Testin on kehittänyt filosofian tohtori, Risto Näsänen. (Näsänen 2012)

LetterSearch2 on tietokoneelle ladattava kirjainhakuohjelma jossa testattavan tehtävänä on löytää taulukossa olevien numeroiden joukosta yksittäinen kirjain. Taulukon kokoa ja muotoa sekä sen sisältämien numeroiden ja kirjainten kokoa on mahdollista muuttaa.

3	5	4	8	6	5	9	9	8	9	3	6	2	9	4	7	2	9	2	7
6	8	5	8	8	8	4	3	7	7	6	3	6	5	2	4	4	8	2	9
7	1	9	1	8	8	6	2	3	1	9	4	2	4	8	8	3	1	3	3
7	3	3	8	4	4	4	6	8	8	5	4	7	1	4	7	3	5	3	2
8	6	4	7	2	1	1	1	6	6	7	2	6	5	5	8	6	8	1	3
2	3	4	7	1	7	3	6	2	2	8	1	2	7	4	9	4	6	5	6
6	6	2	9	9	3	3	6	5	6	7	3	6	7	6	7	6	1	8	4
2	8	2	9	4	7	5	7	3	9	1	1	5	7	3	1	3	8	4	8
8	7	1	1	3	9	9	4	2	9	1	7	2	7	8	9	7	4	7	1
2	5	1	7	9	8	7	1	1	5	4	8	2	8	8	5	4	E	8	7

Kuva 17 LetterSeach- taulukko (Näsänen 2012)

Testaustilanteessa ohjelmaan määritetään testattava katseluetaisyys senttimetreinä ja haluttu kirjaimen korkeus asteina. Esimerkiksi yksi aste vastaa yhden senttimetrin korkuista merkkiä 57 senttimetrin etäisyydeltä katsottuna ja vastaavasti kahden

senttimetrin korkuista merkkiä 114 senttimetrin etäisyydeltä. Ohjelmaan määritetään myös haluttu testitaulukon korkeus ja leveys. Visuaalisen haun aika kasvaa yleensä sitä mukaa kun taulukossa olevien merkkien lukumäärä lisääntyy. Pienin taulukon koko on yksi x yksi ja suurin taulukon koko on riippuvainen tietokoneen näytön ja merkkien koosta.

Testitilanteessa näyttöön ilmestyy tietyn aikaa näkyvissä oleva, numeroita sisältävä taulukko. Numeroiden seassa on yksi kirjain, jonka testattava pyrkii katseellaan löytämään, ennen testitaulukon katoamista.



Kuva 18 LetterSeach valintataulukko. (Näsänen 2012)

Taulukon alapuolella on valikko, joka sisältää kaikki mahdolliset kirjaimet joita taulukoissa esiintyy. Testitaulukon kadottua näkyvistä testattava valitsee kirjainten joukosta vastaavan kirjaimen. Alapalkista valitaan tämän jälkeen kirjain, joka on katseella numeroiden seasta paikannettu ja hiirellä klikataan kyseistä kirjainta. Mikäli testattava ei ole löytänyt kirjainta numeroiden seasta on valikossa oma vaihtoehtonsa myös sille, että kirjainta ei ole löydetty. Vastausnapin painalluksen jälkeen testi jatkuu ja näyttöön ilmestyy seuraava taulukko. Aluksi taulukon näyttöaika on pitkä. Jos testattava antaa oikeita vastauksia ja onnistuu löytämään kirjaimen numeroiden joukosta, näyttöaika lyhennetään kerta kerralta. Mikäli testattava antaa vääriä vastauksia, näyttöaika puolestaan pidennetään. Ohjelmisto hakee vastausten perusteella niin kutsuttua kynnsaika jolla testattava kykenee vastaamaan oikein 69 % todennäköisyydellä. Mitä nopeampi testattava on visuaalisessa haussa, sitä lyhyempi on kynnsaika. Testi on valmis noin 20 – 25 näyttöön ilmestyvän taulukon jälkeen. Lopuksi ohjelmisto koostaa testistä tulokset, joissa käy ilmi muun muassa visuaalisen haun kynnsaika ilmoitettuna millisekunteina. Tulokset kertovat myös sen mihin kohtiin oikeat ja väärät vastaukset ovat sijoittuneet hakutaulukossa. (Näsänen 2012)

5.3 Kyselylomake

Reading Navigator ja LetterSeach2 testien lisäksi hankimme tietoa moniteholasien toimivuudesta myös kyselylomakkeen avulla. Kyselylomakkeen kysymykset olivat osittain samoja kuin Työterveyshuollon johtaman erityistyölasitutkimuksen kyselylomakkeessa. Loput kysymyksistä olivat muotoiltu aikaisemmin tehdyistä moniteholasitutkimuksista. Vastausten mitta-asteikkona käytimme VAS-janaa, eli visuaalianalogiasteikkoa. Samaa asteikkoa oli käytetty myös erityistyölasitutkimuksessa. VAS – mitta-asteikko on kyselylomakkeelle piirretty 100 millimetrin mittainen jana, jonka toinen pää edustaa tuntemuksen tai asenteen äärimmäisen kielteistä puolta ja toinen äärimmäisen positiivista puolta. Kysymyksiin vastaajan tehtävänä on piirtää pystyviiva janan siihen kohtaan jonka kokee parhaiten kuvaavan omaa näkemystään. Esimerkiksi jos kysytään kuinka tyytyväinen testihenkilö oli laseihin, edustaisi janan vasen reuna tilannetta jolloin käyttäjä ei olisi lainkaan tyytyväinen ja oikea reuna tilannetta jossa testihenkilö olisi äärimmäisen tyytyväinen. Vastauksen antama arvo mitataan janalta ja jos viiva on piirretty esimerkiksi 85 millimetrin kohdalle tarkoittaa se sitä, että testihenkilö on 85% tyytyväinen laseihinsa.

Kyselylomakkeemme kysymykset käsittelivät moniteholasien toimivuutta esimerkiksi tietokoneella, sanomalehteä lukiessa, autoa ajaessa ja televisiota katsellessa. Tämän lisäksi kysymyksillä kartoitettiin testihenkilöiden kokemuksia siitä näkivätkö he lasilla hyvin kaikille etäisyyksille ja oliko heillä vaikeuksia löytää linsseistä sopiva voimakkuus eri työskentelyetäisyyksille. Kysymyksissämme kartoitimme myös sitä, vaatikko katseen tarkennus kohteeseen ylimääräistä leuan nostoa ja laskua sekä päännökyttelyä tai kääntämistä. Kokonaisuudessaan kyselylomake ja sen sisältämät kysymykset ovat nähtävissä opinnäytetyömme lopusta löytyvästä liite-osuudesta. (Gould — Crichton n.d.)

6 Tutkimuksen kulku

6.1 Testihenkilöt

Testihenkilöinä meillä oli neljä Ikänäköistä henkilöä, kolme naista ja yksi mies. Nuorin oli iältään 56-vuotias ja vanhin 62-vuotias, keski-ikä oli 58 vuotta. Kaikki heistä oli hyperooppia eli kaukonäköisiä. Astigmatiaa eli hajataitteisuutta oli jokaisella maksimimäärän ollessa -0.75 dioptriaa. Lukulisän määrä vaihteli +2,0 dioptrian ja +2,25 dioptrian välillä. Linssien mitoituksiin käytettiin Essilorin visiooffice laitetta ja käsimitarilla tarkastettiin kaltevuuskulma, kaarevuuskulma ja pintaväli. Kehykset taivuteltiin lopulliseen istuvuuteen ennen mittauksien aloitusta, jotta saataisiin mahdollisimman hyvä lopputulos linssien asennusta ajatellen (Jalie 1995: 156). Näöntarkastukset suoritettiin kaikille testihenkilöille optometrian koulutusohjelman Positia- myymälän työtilassa. Kaikkien testihenkilöiden kohdalla edettiin samalla tavalla ensin tarkastamalla vanhojen lasien voimakkuudet valontaittomittarilla. Tämän jälkeen henkilön kanssa siirryttiin tutkimushuoneeseen jossa näöntutkimus suoritettiin. Henkilöiltä selvitettiin heidän lasien käytön historiaa, silmäsairauksien historiaa, sitä oliko heillä käytössä jotain lääkkeitä, jotka voisivat vaikuttaa silmän toimintaan sekä sitä oliko heidän silmiin kohdistunut leikkauksia. Esitietojen kartoituksessa selvitimme myös mitä henkilö tekee työkseen ja oliko hänellä ollut näkemiseen liittyviä ongelmia. Vanhojen lasien voimakkuusarvot siirrettiin foropteriin ja skiaskopiatutkimus tehtiin vanhojen lasivoimakkuuksien päälle. Skiaskopiatutkimuksen aikana tutkimushenkilöiden silmien edessä oli +1.50 dioptrian sumutuslinssit. Skiaskopian jälkeen henkilöiden taittovirheet tutkittiin binokulaarisesti +0.75 dioptrian sumutuksen ollessa ei- tutkittavan silmän päällä. Silmien välinen ero tasapainotettiin polarisaatio kentillä. Lukulisä määriteltiin dynaamisella ristosylinteri- testillä 40 cm etäisyydellä. Tämän jälkeen uudet voimakkuudet siirrettiin koekehysiin ja siirryimme tutkimushuoneen ulkopuolelle, koulun käytävälle hienosäätämään lopullista silmälasien kaukovoimakkuutta. Hienosäädön jälkeen siirryimme takaisin tutkimushuoneeseen, hienosäätämään lukuvoimakkuuden kaukolasiarvojen päälle. Tämän jälkeen tilasimme molemmat moniteholinssiparit uusilla voimakkuuksilla. Uusien ja vanhojen silmälasien voimakkuusarvot löytyvät liitteessä kaksi olevasta taulukosta.

6.2 Mittaukset

Mittaukset suoritettiin koululla tietotekniikan luokassa. Jokaisen testihenkilön kohdalla käytettiin samaa paikkaa tietotekniikan luokassa. Mittaukset suoritettiin iltapäivästä kello 16.00 jälkeen, jolloin kaikilla henkilöillä oli työpäivä alla. Mittausten edetessä oli havaittavissa testihenkilöissä väsymystä. Yksi mittaus kerta kesti tunnista kahteen, riippuen testihenkilön subjektiivisesta väsymyksestä ja mielenkiinnon säilymisestä tehtävissä. Mittaukset aloitettiin ensimmäisellä kerralla 1. parilla 40 cm:iin, jonka jälkeen mitattiin 2.pari 40 cm:iin. Tämän jälkeen siirryttiin mittaamaan 79 cm:n etäisyydeltä ja aloitus oli 1.parilla. Reading Navigator testin jälkeen siirryimme testaamaan henkilöitä LetterSearch testillä 50 cm:n etäisyydeltä. Ensimmäinen mittaus kerta suoritettiin kahden viikon kuluttua siitä, kun lasit oli luovutettu testihenkilöille. Toinen mittaukselta suoritettiin testihenkilöille kahden kuukauden kuluttua ensimmäisistä mittauksista. Ennen testien suorittamista, testihenkilöille annettiin kyselylomake, jossa kysyimme heidän mielipidettä moniteholasien toimivuudesta ja erilaisuudesta verrattuna toisiinsa sekä sitä, kumpi lasista oli heidän mielestään parempi. Toinen mittaukselta suoritettiin muuten samalla tavalla kuin ensimmäinenkin, mutta nyt aloittava monitehosilmälasi oli 2.pari. Toisella mittauksella aikaa koko tehtävän suorittamiseen kului suurinpiirtein yhtä kauan kuin ensimmäisellä kerralla. Molemmat testeistä oli helppoja ymmärtää, vaikka LetterSearch aiheuttikin alkuun lievää ärsytystä liian nopeasti välähtävästä etsintä ikkunasta. Etsin ajan pidentyessä henkilöt kokivat testin helpoksi, mutta eivät miellyttäväksi. Reading navigaattorissa hämmennystä aiheutti viimeisillä sivuilla olevat todella pienet fonttikoot. Testihenkilöt kokivatkin, että teksti oli jo niin pientä, ettei sitä olisi edes mahdollista nähdä.

6.3 Spss

Pyysimme apua aineistomme Spss-analysointiin apuvälinetekniikan lehtori Sami Grönbergiltä. Hänen neuvojensa perusteella käytimme materiaalimme analysointiin *independent samples T* – testiä. Grönbergin mielestä kyseinen testi olisi sopivin meidän aineistoamme ajatellen. Independent samples T – testillä voidaan arvioida ja vertailla tehokkaasti kahden ryhmän välisiä riippuvaisuuksia, esimerkiksi miesten ja naisten välistä tunne-elämän eroa. Tutkimuksessamme testillä voitiin arvioida moniteholasien eroavaisuutta toisistaan ja sitä minkälaisia eroavaisuuksia löytyi eri

mittauskertojen välillä. Toinen vaihtoehto olisi ollut käyttää Mann – Whitney U-testiä, sillä otoskoon ollessa pieni, antaa kyseinen testi luotettavampia tuloksia. Tutkimuksessamme oli neljä testihenkilöä, mikä olisi puoltanut Mann – Whitney U-testin käyttöä. Mittaustuloksia kertyi kuitenkin 174 kappaletta ja kun kyseessä oli selkeästi kaksi eri tuotetta ja kaksi eri mittauskertaa, tuntui luontevammalta käyttää Independent samples T-testiä.

T-testi antaa erilaisia mittaustuloksia joita tulkitsemalla voidaan analysoida saatuja arvoja. Testissä N kertoo havaintojen lukumäärän kummassakin ryhmässä, mean tarkoittaa keskiarvoa, std. Deviation keskimääräistä hajontaa ja std. Error mean keskiarvon keskimääräistä virhettä. Levene's test for equality of variances on varianssien yhtäsuuruustesti. Lähtökohtaisesti testi perustuu olettamukseen siitä, että muuttujat ovat yhtäsuuret. F-testillä testataan varianssit, eli vaihtelevuudet. Sig antaa p-arvon jonka tulisi olla alle 0,05 jotta mitattavien arvojen välillä olisi tilastollisesti merkitsevä ero. Mikäli arvo on suurempi kuin 0,05, ei mitattavien arvojen välillä ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Arvojen ollessa alle 0,05 luetaan tulosta *equal variances not assumed*- riviltä ja arvojen ollessa suurempia kuin 0,05, luetaan tulos *equal variances assumed*- riviltä. Tulosteesta katsotaan myös arvoa sig(2-tailed), joka on kaksisuuntaisen testauksen p-arvo. (Metsämuuronen 2001: 59,61–62; University of Dayton 2012)

7 Tulokset

7.1 Spss

Spss-tilastointiohjelmalla emme juuri saaneet tilastollisesti merkitseviä tuloksia. Ainoa tilastollinen merkitsevyys löytyi siitä, että toisella mittauskerralla testihenkilöt saavuttivat nopeampia aikoja Reading Navigator-testissä. Tuloksia haettiin koko aineistosta ensin molemmilla lasilla. Ensimmäinen analysointi tehtiin ”sanaa minuutissa”-tuloksista. Ensimmäisellä mittauskerralla N, eli mittaustulosten lukumäärä oli 90. Keskiarvo mean eli M oli 141,71 luettua sanaa per minuutti. Hajonta eli S oli 39,583. T eli vapausaste-arvo oli 172 ja P-arvo 0,000. Toisella mittauskerralla N oli 84, keskiarvo M 163,12 luettua sanaa per minuutti, T-arvo 171,668 ja P-arvo 0,000. Toisella mittauskerralla testihenkilöt siis lukivat noin 21 sanaa enemmän minuutissa kuin ensimmäisellä mittauskerralla. Tulosten paranemisessa voi mahdollisesti olla kyse vain testihenkilöiden oppimisesta testiin. Muita tilastollisesti merkittäviä tuloksia emme saaneet koko materiaalista. Tämän jälkeen jaoin materiaalin kahteen osaan ja vertailimme 1. parin ja 2. parin tuloksia erikseen. Tuloksista kävi ilmi, ettei etäisyydellä ollut testauksessa merkitystä. 1. parilla mitattuna 40 cm:n etäisyydeltä, saivat testihenkilöt luettua keskimäärin kolme sanaa minuutissa enemmän kuin 79 cm:n etäisyydeltä. P-arvo oli kuitenkin 0,705 joten tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

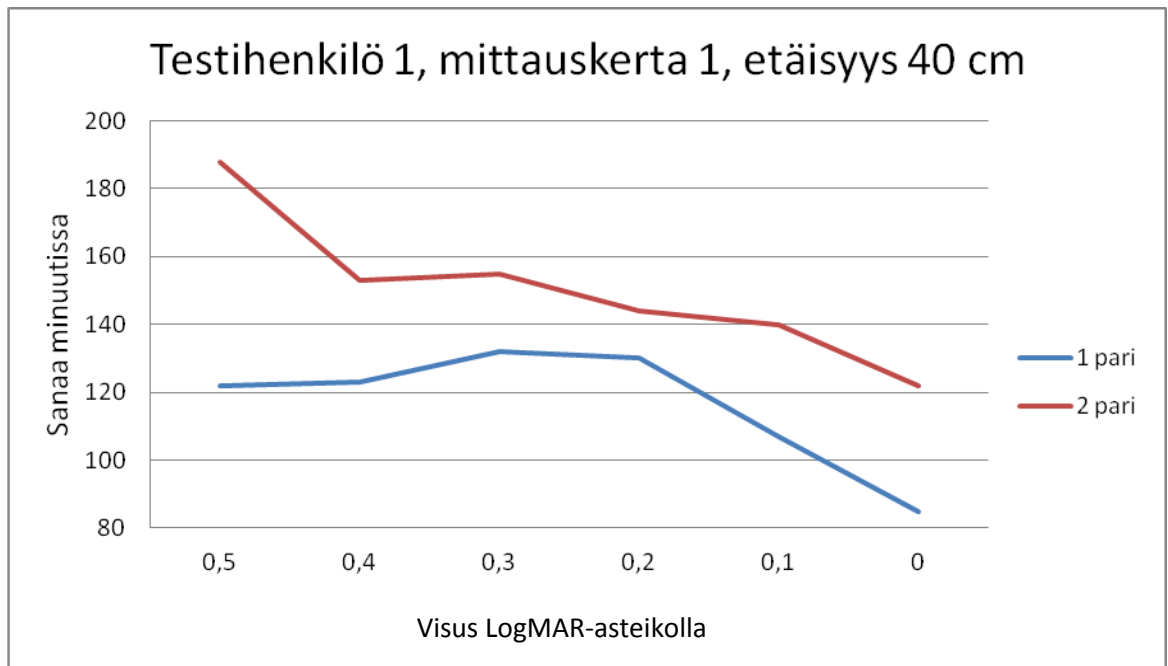
7.2 Testihenkilö 1

Kyselylomakkeen vastausten perusteella testihenkilö yksi ei huomannut eroja lasien toimivuuksien välillä. Molemmat monitehosilmälaseista hän koki hyviksi. Testihenkilö yksi ei ollut koskaan aikaisemmin käyttänyt monitehosilmälaseja. Tutkimuksemme myötä hän alkoi kuitenkin käyttää aktiivisesti monitehosilmälaseja.

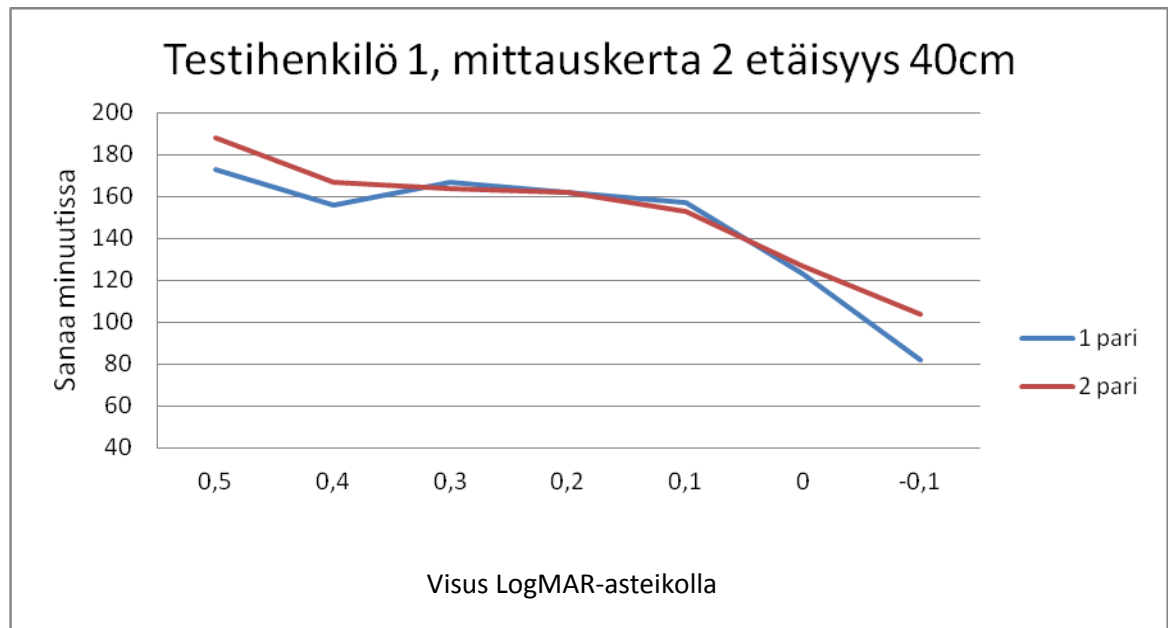
7.2.1 Reading Navigator tulokset 40 cm

Testihenkilö yksi saavutti ensimmäisellä mittauskerralla 40 cm:n etäisyydelle huomattavasti nopeampia aikoja 2.parilla kuin 1.parilla. Kuviossa 1 ensimmäisen

mittauskerran tulokset, joissa parien välinen ero on selkeästi nähtävissä. Kuviossa 2 näkyy selvästi tulosten tasaantuminen toisella mittauskerralla. Kuukauden käytön jälkeen erot nopeuksissa olivat kuitenkin tasoittuneet, tosin 2.parilla saavutettiin edelleen hieman nopeampia aikoja. Kuviossa 2 näkyy selvästi tulosten tasaantuminen toisella mittauskerralla. 1.parilla ensimmäisellä mittauskerralla kuudella mittauksella, sanojen keskiarvo oli 116,5 sanaa 58.61 sekunnissa. 2.parilla 137.1 sanaa 54.63 sekunnissa. 2.pari olisi näin mitattuna nopeampi lähelle, sillä sanamäärä oli selkeästi suurempi ja aikaa kului suuriin piirtein saman verran. Toisella mittauskerralla 1.parilla 145,71 sanaa 48,71 sekunnissa ja 2.parilla 152,14 sanaa 46,69 sekunnissa. Parannusta tapahtui molemmilla laseilla, aika lyheni ja sanoja saatiin luettua enemmän. 1.parilla saavutettiin 25 % parannus sanojen määrässä ja 2.parilla 11 % parannus. 1.parilla käytetty aika lyhentyi melkein 10 sekuntia ja 2.parilla melkein 2 sekunnilla.



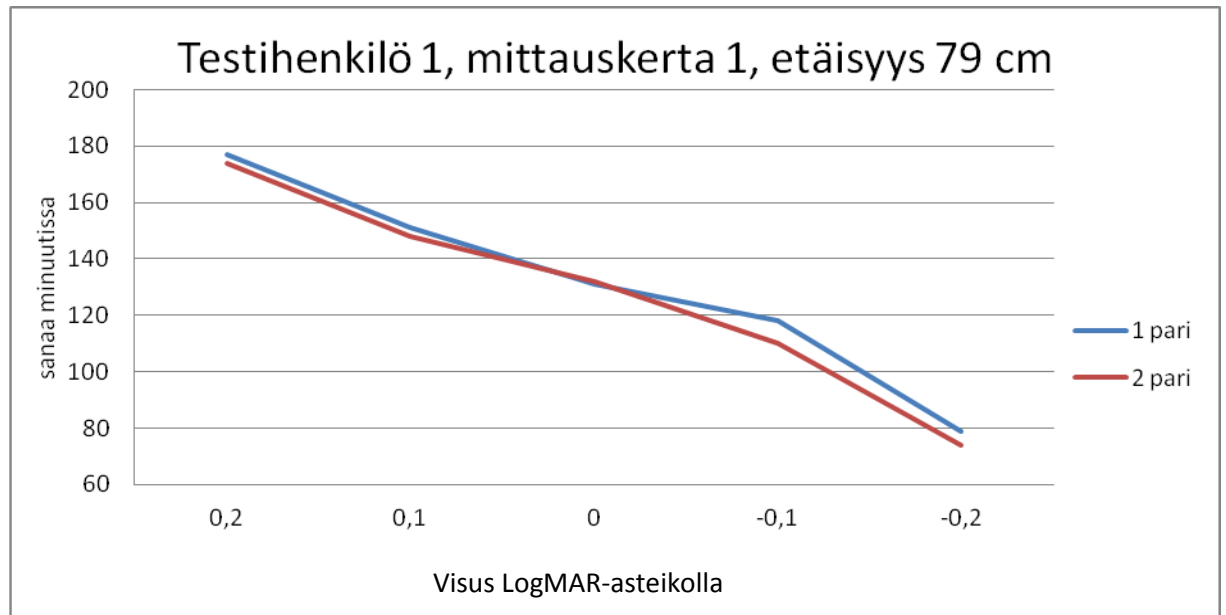
Kuvio 1 Sanaa minuutissa etäisyys 40cm mittauskerta 1



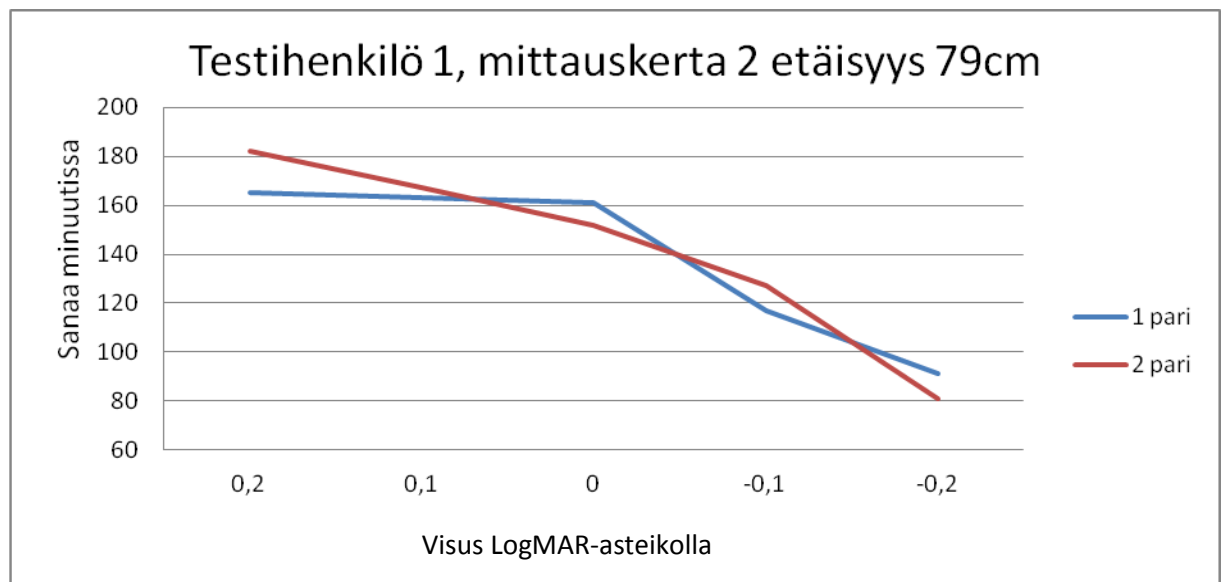
Kuvio 2 Sanaa minuutissa etäisyys 40cm mittauskerta 2

7.2.2 Reading Navigator tulokset 79 cm

Ensimmäisellä mittauskerralla 79cm:iin oli lasien välinen ero hyvin pieni, mutta 1.pari aavistuksen nopeampi. Toisella mittauskerralla lasit olivat hyvin samankaltaiset, nopeampaa paria on vaikea valita tulosten hajonnan vuoksi. Kuvioissa 3 näkyy tulosten tasaisuus ensimmäisellä mittauskerralla ja kuviossa 4 tulosten hajonta toisella mittauskerralla. Viiden mittauksen keskiarvoksi 1.parilla saatiin 131,2 sanaa 44,92 sekunnissa ja 2.parilla 127,6 sanaa 58,48 sekunnissa. Pidemmälle mittausetäisyydelle 1.pari oli nopeampi, tosin luettujen sanojen määrässä ei ollut suurta eroa, mutta aikaa kului selkeästi vähemmän. Toisella mittauskerralla viiden mittauksen keskiarvoksi 1.parilla saatiin 139,4 sanaa 51,64 sekunnissa ja 2.parilla 141,8 sanaa 51,72 sekunnissa. Toisella mittauskerralla tapahtui 1.parilla parannusta 6 % sanojen määrässä, mutta aikaa kului melkein 7 sekuntia enemmän. 2.parilla tapahtui 11 % parannus sanojen määrässä ja ajasta putosi myös melkein 7 sekuntia pois.



Kuvio 3 Sanaa minuutissa, mittauskerta 1, etäisyys 79cm



Kuvio 4 Sanaa minuutissa, mittauskerta 2, etäisyys 79cm

7.2.3 Lettersearch tulokset 50 cm

LetterSearch mittauksissa 1.parilla ei saatu juurikaan eroja mittauskertojen välillä. 2.parin kohdalla tuli eroa, mutta ero todennäköisesti on selitettävissä oppimisella testiin. 2.parilla kokonaisaikaa kului vähemmän molemmilla testauskerroilla. Toisella mittauskerralla testihenkilö yksi kertoi olevansa väsynyt ja keskittymiskyky oli siitä johtuen ehkä hieman heikko. Taulukkoon on keltaisella värillä merkattu aloittava

monitehosilmälasipari. Taulukossa 1 LetterSearch tulokset 1.parille ja taulukossa 2 LetterSearch tulokset 2.parille.

Taulukossa 1 LetterSearch tulokset 1.parilta.

	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2
	Pari 1	Pari 1
Mean search time (ms)	4240,23	4356,89
Search time per one element (ms)	21,20	21,78
Sd	923,63	1090,59
Amount of time needed (sec)	191,00	218,00
Number of trials needed	27,00	34,00
Number of trials close to threshold	15,00	19,00

Taulukossa 2 LetterSearch tilasto 2.parilta

	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2
	Pari 2	Pari2
Mean search time (ms)	2171,30	4270,16
Search time per one element (ms)	10,86	21,35
Sd	285,53	788,23
Amount of time needed (sec)	76,00	144,00
Number of trials needed	16,00	19,00
Number of trials close to threshold	8,00	10,00

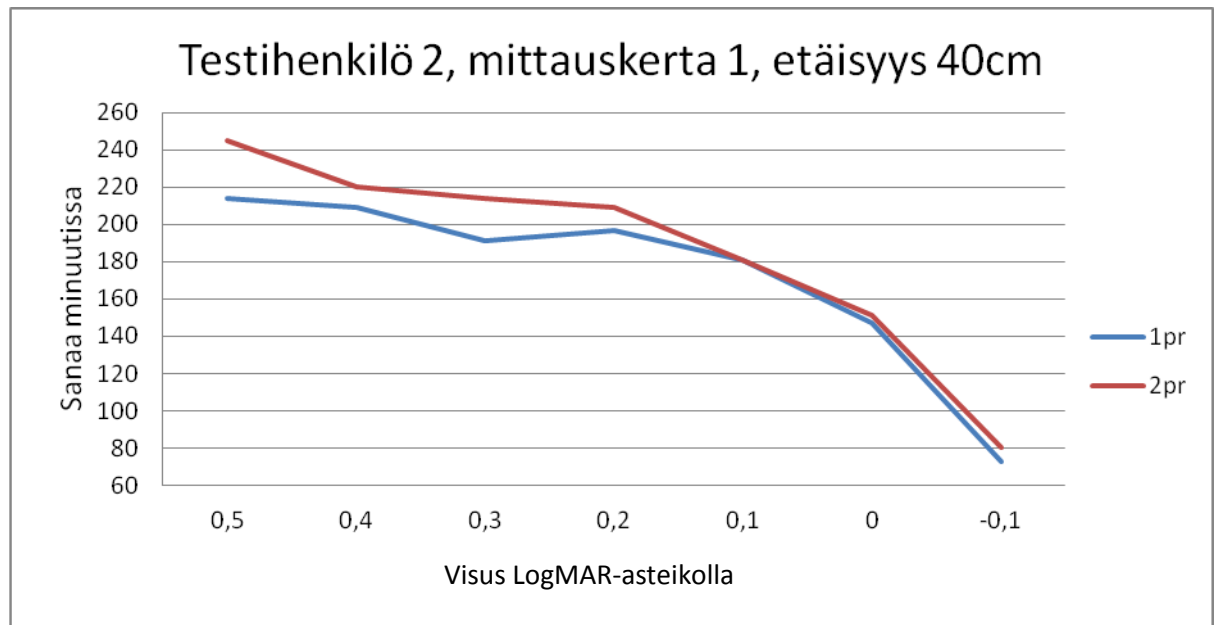
7.3 Testihenkilö 2

Testihenkilö 2 koki, että 2.pari ei toimi ollenkaan ja sen kuvautuminen oli huonoa. Tarkastimme linssien mitoituksen ja voimakkuudet, mutta niiden perusteella ei voitu selittää 2.parin huonoutta. Ennen kuin linssit toimitettiin meille, oli ne tarkastettu myös tehtaan toimesta, joten optiikassa ei pitäisi olla virhettä. Kyselylomakkeen vastausten perusteella testihenkilö 2 koki 2.parin selkeästi huonompana etenkin autoa ajettaessa ja näyttöpäätteellä. Kauas hän kuitenkin koki näkevänsä molemmilla laseilla yhtä hyvin. Ongelmat 2.parin kanssa koskivat siis lähinnä lähi- ja välialueiden näkemistä.

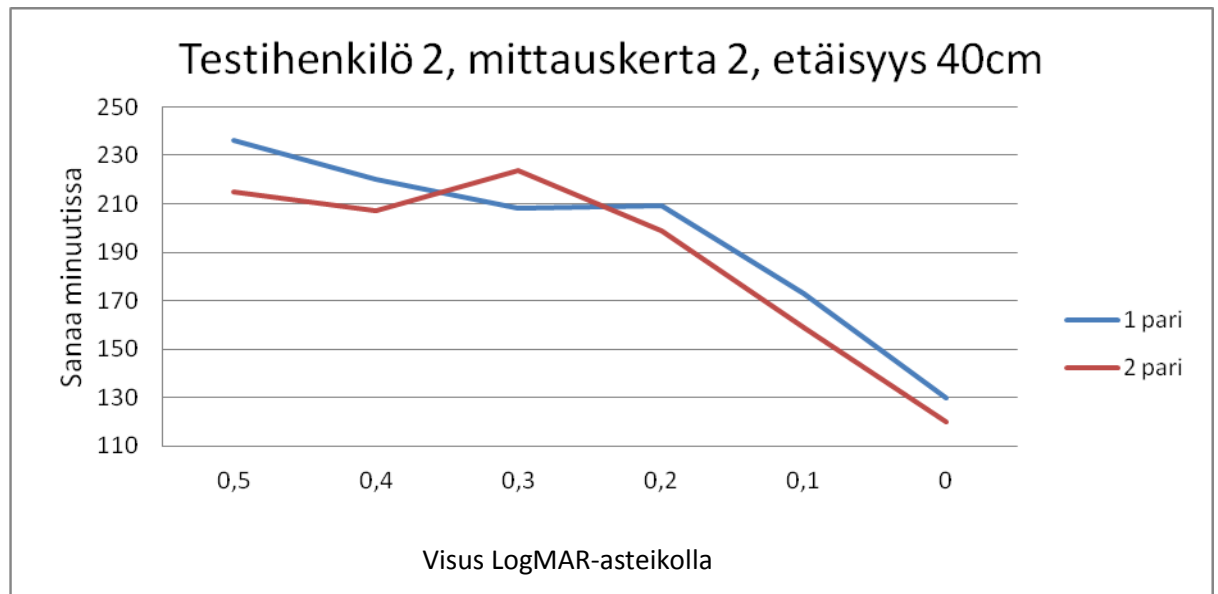
7.3.1 Reading Navigator tulokset 40 cm

Ensimmäisellä mittauskerralla tulokset olivat hyvin samankaltaisia lasien välillä. Kuviossa 5 on ensimmäisen mittauskerran tulokset. Toisella mittauskerralla erot olivat aavistuksen verran suurempia ja 1.pari oli nopeampi. Toisella mittauskerralla saavutettiin hivenen hitaampia tuloksia kuin ensimmäisellä kerralla. Kuviossa 6 on

esiteltä toisen mittauskerran tulokset 40 cm:n etäisyydelle. 1.parilla saavutettiin keskimäärin 173,14 sanaa 45,29 sekunnissa ja 2.parilla 185,71 sanaa 41,21 sekunnissa. Toisella mittauskerralla saavutettiin 1.parilla keskimääräisesti 196 sanaa 36,7 sekunnissa ja 2.parilla 168,29 sanaa 48,93 sekunnissa. 1.parin tulokset paranivat 13 % toisella mittauskerralla ja käytetty aika lyheni melkein 9 sekuntia. 2.parilla tapahtui 10 % heikentyminen toisella mittauskerralla ja aikaa kului 7 sekuntia enemmän. 2.pari oli parempi ensimmäisellä mittauskerralla, mutta 1.pari meni selkeästi ohi toisella kerralla.



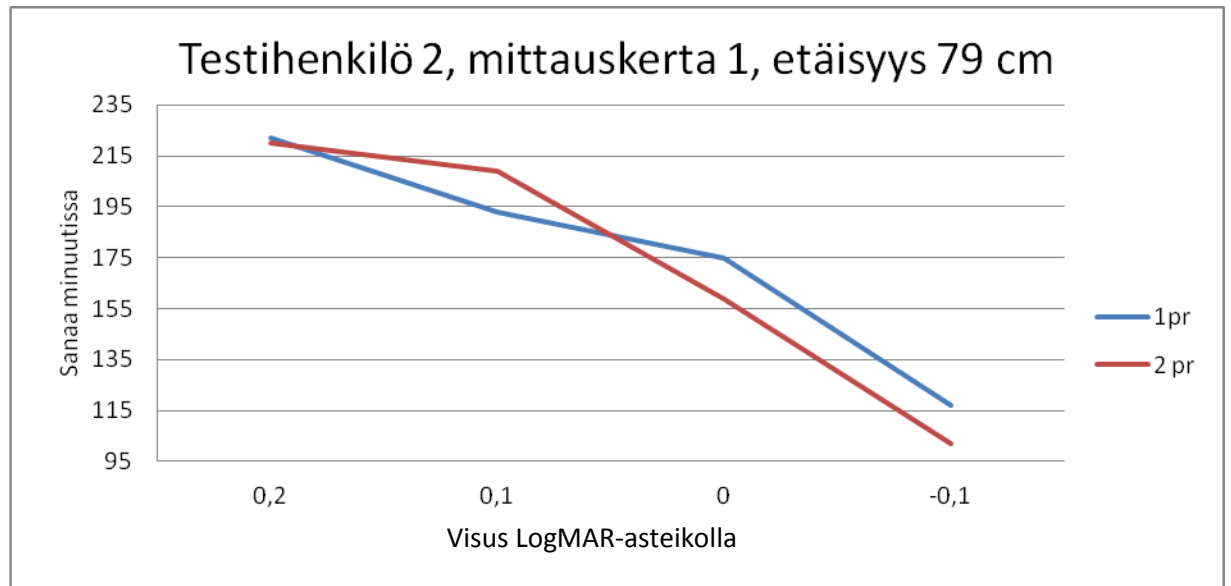
Kuvio 5 Sanaa minuutissa etäisyys 40cm mittauskerta 1



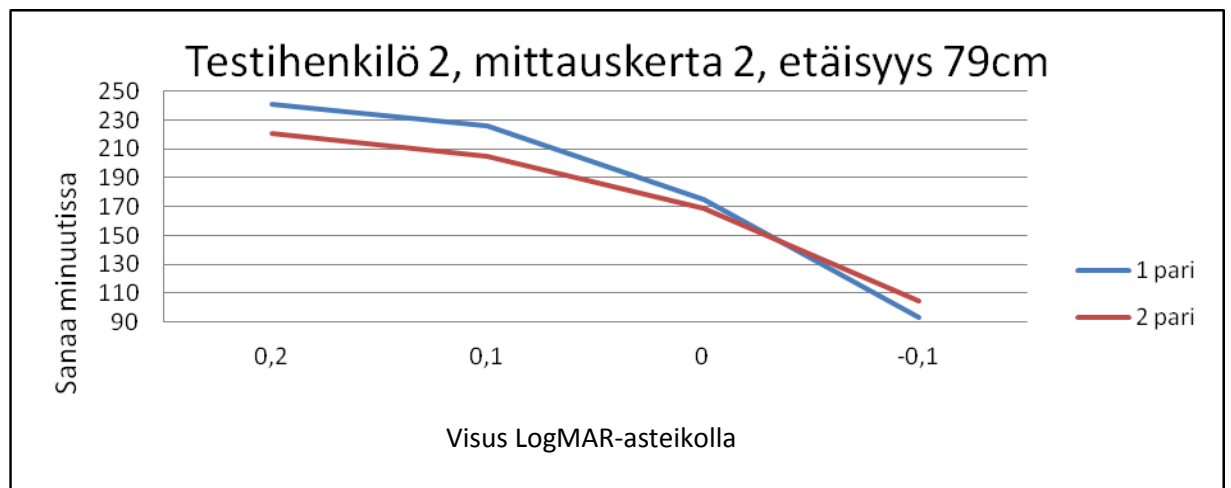
Kuvio 6 Sanaa minuutissa etäisyys 40cm mittauskerta 2

7.3.2 Reading Navigator tulokset 79 cm

Myös 79cm:n etäisyydellä mittauks tulokset olivat hyvin samankaltaisia, 1.parin saavuttaessa hieman nopeampia aikoja. Kuviossa 7 on ensimmäisen mittauksen tulokset ja kuviossa 8 on tulokset toisella mittauskerralla. Erot tasaantuivat toisella mittauskerralla. Toisella mittauskerralla 79 cm:iin saavutettiin hivenen parempia tuloksia, kuin ensimmäisellä mittauskerralla. Ensimmäisellä mittauskerralla 1.pari saavutti keskimäärin 153,6 sanaa 53,86 sekunnissa ja 2.pari 172,5 sanaa 46,39 sekunnissa. Toisella mittauskerralla 1.parin keskiarvo oli 183,75 sanaa 41,83 sekunnissa ja 2.parin 175 sanaa 42,30 sekunnissa. 1.parilla parantumista sanojen lukumäärässä tapahtui 19 % ja aika lyhentyi 12 sekuntia. 2.parilla sanojen lukumäärässä 1 % parantuminen ja aika lyhentyi 4 sekunnilla.



Kuvio 7 Sanaa minuutissa etäisyys 79cm mittauskerta 1



Kuvio 8 Sanaa minuutissa etäisyys 79cm mittauskerta

7.3.3 LetterSearch tulokset 50cm

LetterSearch mittauksissa suuria eroja ei ollut, kokonaisaikaa kului 2.parilla vähemmän. 1.parilla mittauskertojen välillä oleva ero voi selittyä väsymisellä, sillä toisella mittauskerralla LetterSeach-testi tehtiin viimeisenä 1.parille ja tällöin mielenkiinto testien suorittamiseen oli saattanut jo heiketä. Taulukossa 3 ja 4 LetterSearch mittaustulokset.

Taulukossa 3 LetterSearch tulokset 1.parilta

Mittauskerta 1 Mittauskerta 2

	Pari 1	Pari 1
Mean search time (ms)	4168,38	7845,36
Search time per one element (ms)	20,84	39,23
Sd	1930,61	1651,64
Amount of time needed (sec)	286,00	234,00
Number of trials needed	43,00	25,00
Number of trials close to threshold	24,00	13,00

Taulokossa 4 LetterSearch tulokset 2.parilta

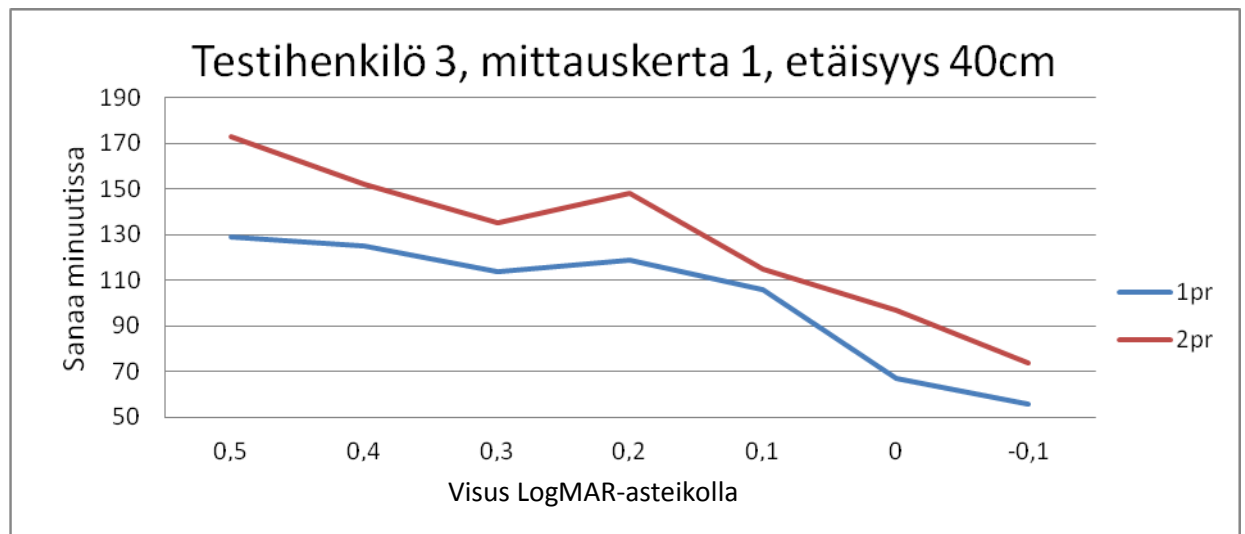
	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2
	Pari 2	Pari2
Mean search time (ms)	5965,92	5627,71
Search time per one element (ms)	29,83	28,14
Sd	1561,12	1210,11
Amount of time needed (sec)	204,00	195,00
Number of trials needed	22,00	23,00
Number of trials close to threshold	12,00	13,00

7.4 Testihenkilö 3

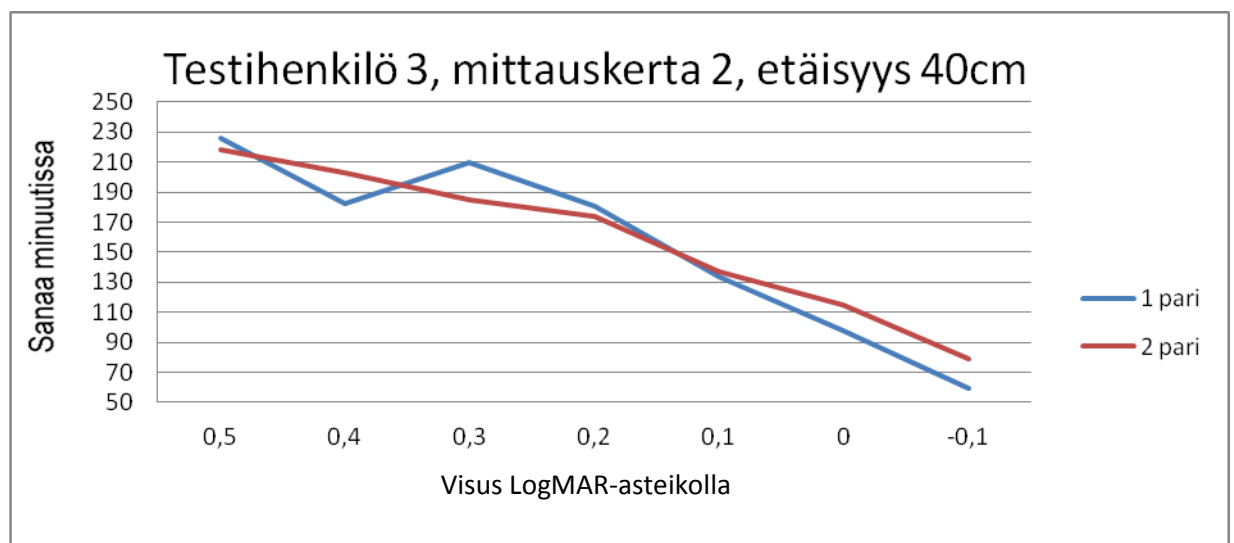
Kyselylomakkeen vastauksien perusteella testihenkilö 3 ei huomannut eroa lasien välillä ja koki molempien lasien toimivan hyvin. Testihenkilön mielestä hän kuului kontrolli ryhmään jolla olisikin ollut samanlaiset linssit molemmissa kehyksissä. Hän siis oletti, että linssit olivat samat sillä perusteella, että eroa niiden välillä oli mahdotonta havaita. LetterSearchin hän koki testinä jokseenkin ärsyttäväksi, koska ruutu välähti välillä liian nopeasti.

7.4.1 Reading Navigator tulokset 40 cm

2.pari oli nopeampi ensimmäisellä mittauskerralla, mutta ero tasoittui toisella mittauskerralla. Kuviossa 9 on tästä graafinen esitys. Toisella mittauskerralla testihenkilö 3 saavutti isommalla fonttikoolla nopeampia aikoja LogMAR arvoon 0 saakka. – 0.1 LogMAR-asteikolla ei ollut enää eroja. Kuviossa 10 on toisen mittauskerran graafinen esitys. Ensimmäisellä mittauskerralla testihenkilö saavutti 1.parilla keskimäärin 102,29 sanaa 73,34 sekunnissa ja 2.parilla 127,71 sanaa 58,87 sekunnissa. Toisella mittauskerralla 1.parilla keskimäärin 155,71 sanaa 45,47 sekunnissa, 2.parilla 159 sanaa 44.77 sekunnissa. Parannusta 1.parilla tapahtui 52 % ja aika lyhentyi 27 sekuntia. 2.parilla parannusta tapahtui 25 % ja aika lyhentyi 14 sekuntia. 2.pari oli koko ajan nopeampi, eron tasoittuessa toisella mittauskerralla.



Kuvio 9 Sanaa minuutissa etäisyys 40cm mittauskerta 1

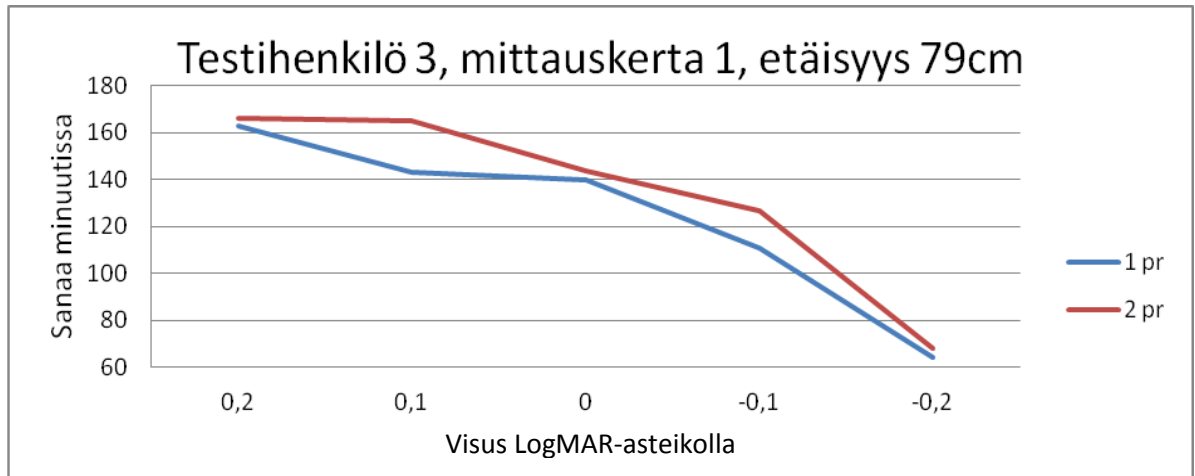


Kuvio 10 Sanaa minuutissa etäisyys 40cm mittauskerta 2

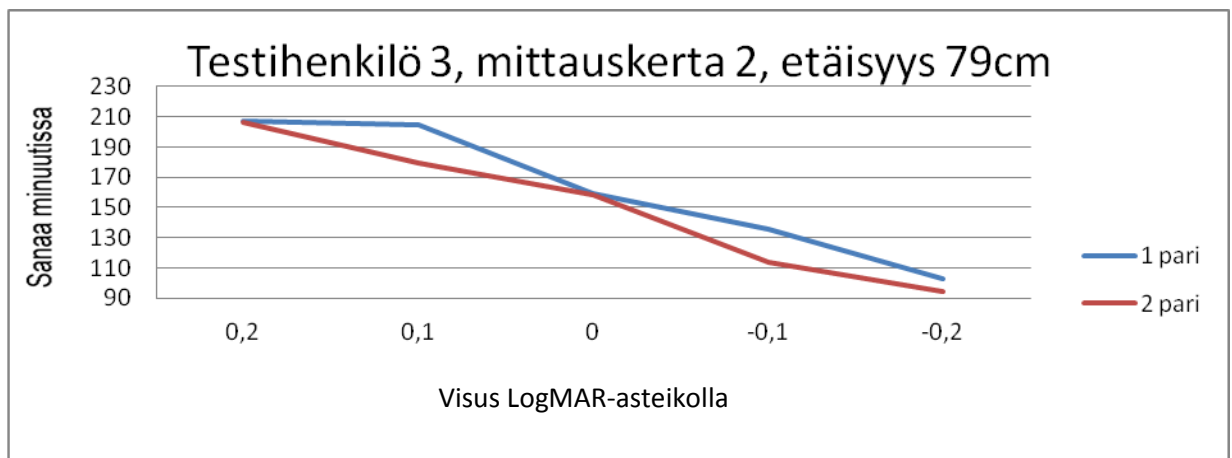
7.4.2 Reading Navigator tulokset 79 cm

Ensimmäisellä mittauskerralla 2.pari oli hieman nopeampi, kuin 1.pari. Kuviossa 11 on viivadiagrammi tuloksista. Tilanne kääntyi toisinpäin toisella mittauskerralla, erojen ollessa molemmilla kerroilla hyvin pienet. Kuviossa 12 on toisen mittauskerran tulokset. Toisella mittauskerralla saavutettiin molemmilla laseilla nopeampia aikoja, kuin ensimmäisellä keralla.

Ensimmäisellä mittauskerralla testihenkilö saavutti 1.parilla keskimäärin 124,2 sanaa 58,14 sekunnissa ja 2.parilla 134 sanaa 56,96 sekunnissa. Toisella mittauskerralla 1.parilla keskimäärin 162 sanaa 42 sekunnissa ja 2.parilla 150,2 sanaa 47,18 sekunnissa. 1.parilla tapahtui 30 % parannus mittauskertojen välissä ja 2.parilla 12 % parannus. Testiin käytetty aika lyhenyi 1.parilla 16 sekuntia ja 2.parilla 5 sekuntia.



Kuvio 11 Sanaa minuutissa etäisyys 79cm mittauskerta 1



Kuvio 12 Sanaa minuutissa etäisyys 79cm mittauskerta 2

7.4.3 LetterSearch tulokset 50 cm

LetterSearch testillä jatkui sama kaava kuin Reading Navigatorilla. Toinen mittauskerta oli nopeampi kuin ensimmäinen mittauskerta. 1.parilla erot olivat pienemmät, kuin 2.parilla. Taulukossa 5 ja 6 LetterSearch ohjelman tulokset.

Taulukko 5 LetterSearch tulokset 1.parille

	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2
	Pari 1	Pari 1
Mean search time (ms)	5988,98	4164,71
Search time per one element (ms)	29,94	20,82
Sd	1401,27	1319,12
Amount of time needed (sec)	232,00	212,00
Number of trials needed	26,00	32,00
Number of trials close to threshold	14,00	18,00

Taulukossa 6 LetterSearch tulokset 2.parille

	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2
	Pari 2	Pari2
Mean search time (ms)	7143,56	3677,98
Search time per one element (ms)	35,72	18,39
Sd	1934,39	718,45
Amount of time needed (sec)	300,00	130,00
Number of trials needed	29,00	20,00
Number of trials close to threshold	15,00	11,00

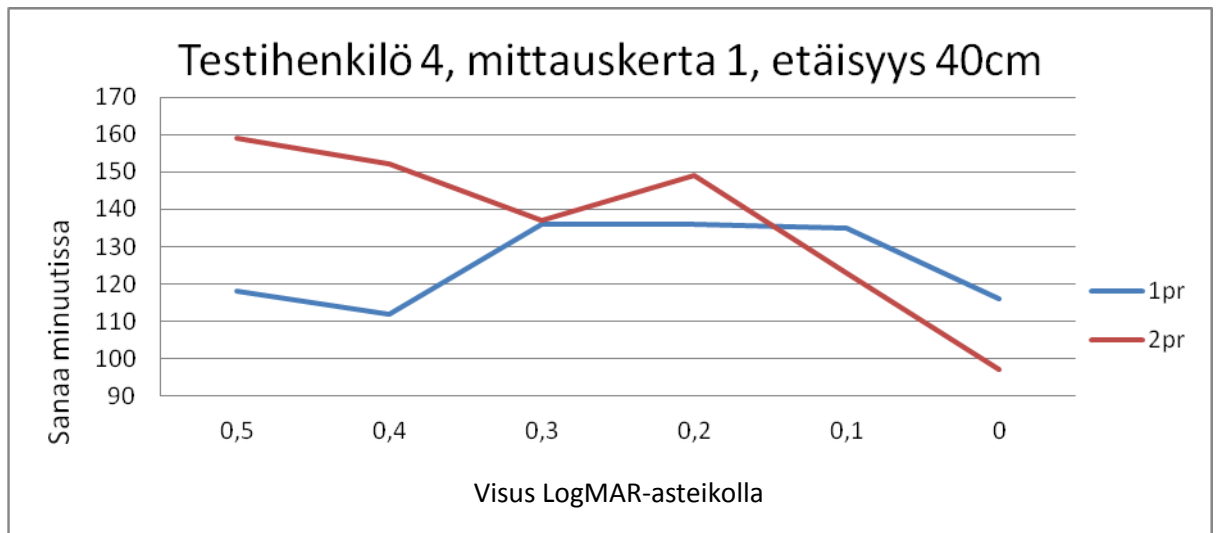
7.5 Testihenkilö 4

Kyselylomakkeen vastausten perusteella testihenkilö 4 ei kokenut eroa lasien välillä. Hän oli erittäin tyytyväinen molempiin laseihin. Omiin vanhoihin laseihin verrattuna molemmat olivat hänen mielestään selkeästi parempia. Omat lasit oli hankittu noin kuukausi ennen testilasien käyttöönottoa. Testihenkilöä jäikin harmittamaan se, että ero omien ja uusien silmälasien välillä oli niin selkeä.

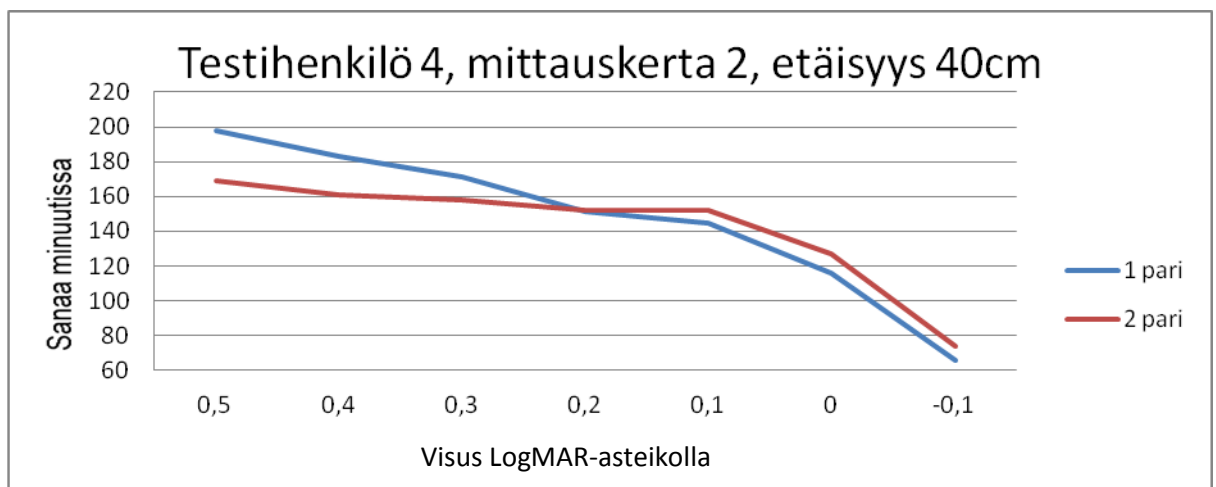
7.5.1 Reading Navigator tulokset 40 cm

Ensimmäisellä mittauskerralla lukunopeus oli hyvin vaihteleva, eikä voida selkeästi sanoa, että kumpi laseista olisi parempi. Toisella mittauskerralla tilanne tasoittui ja lukunopeus kasvoi. Henkilö näki yhden visus rivin verran pienempää tekstiä toisella mittauskerralla. 1.parilla testihenkilö saavutti keskimäärin 122,57 sanaa 56,37 sekunnissa ja 2.parilla 136,77 sanaa 52,72 sekunnissa. Toisella mittauskerralla 1.parilla keskimäärin 147,14 sanaa 50,71 sekunnissa ja 2.parilla 141,86 sanaa 51,19

sekunnissa. Parantumista 1.parilla tapahtui 20 % ja 2.parilla 3 %. Testiin käytetty aika lyheni 1.parilla melkein 6 sekuntia ja 2.parilla 1,5 sekuntia. Kuvioissa 13 ja 14 on 40 cm: etäisyydelle suoritettujen mittausten tulokset ensimmäisellä ja toisella mittauksella.



Kuvio 13 Sanaa minuutissa, etäisyys 40cm, mittauskerta 1

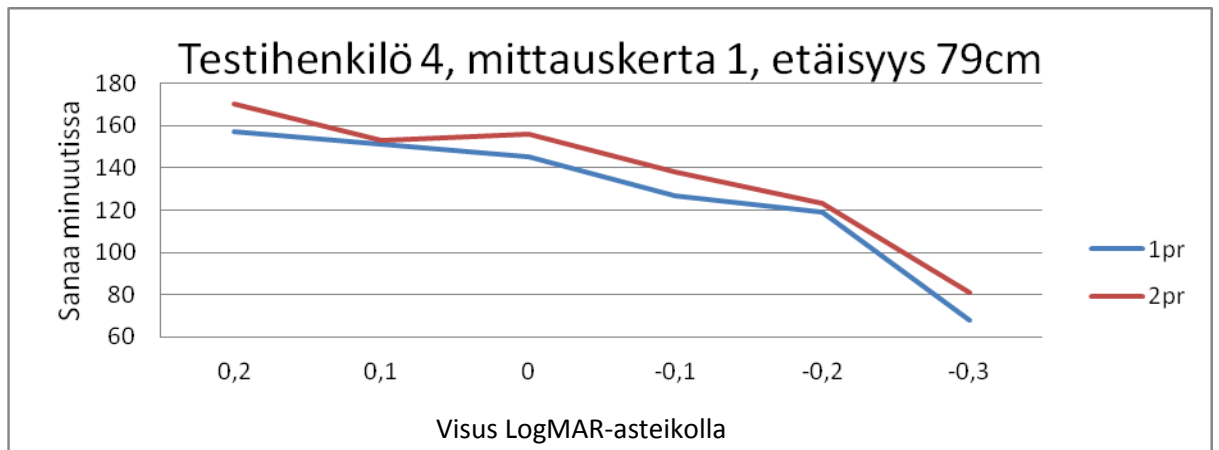


Kuvio 14 Sanaa minuutissa, etäisyys 40cm, mittauskerta 1

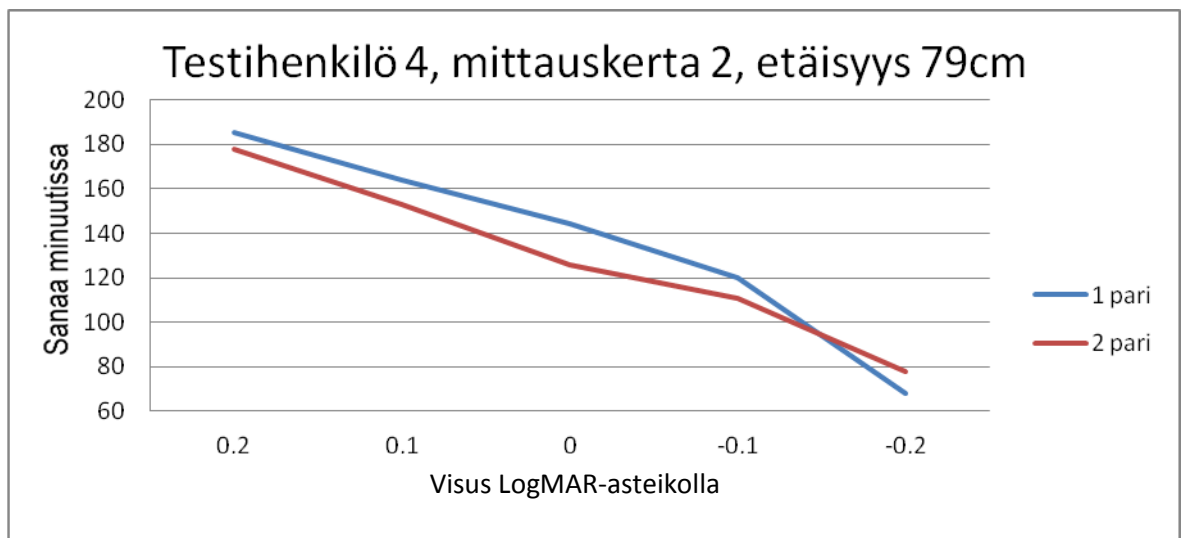
7.5.2 Reading Navigator tulokset 79 cm

Ensimmäisellä mittauksella 2.pari oli hieman parempi, kuin 1.pari. Toisella mittauksella 1.pari oli parempi. Erot parien välillä olivat kuitenkin todella pieniä. Ensimmäisellä kerralla testihenkilö 4 sai luettua pienempää tekstiä, kuin toisella

mittauskerralla. 1.parilla testihenkilö saavutti keskimääräisesti 127,83 sanaa 59,37 sekunnissa ja 2.parilla 136,83 sanaa 53,93 sekunnissa. Toisella mittaus kerralla keskimääräisesti 1.parilla 136,2 sanaa 55,84 sekunnissa ja 2.parilla 129,2 sanaa 57,30 sekunnissa. Tulosten parantumista 1.parilla 7 % ja 2.parilla tulos heikentyi 6 %. 1.parilla aika lyheni melkein 4 sekuntia ja 2.parilla kului aikaa 2 sekuntia enemmän. Kuvioissa 15 ja 16 on esitetty 79cm:n etäisyydelle suoritettujen mittausten tulokset.



Kuvio 15 Sanaa minuutissa etäisyys 79cm mittauskerta 1



Kuvio 16 Sanaa minuutissa etäisyys 79cm mittauskerta 2

7.5.3 LetterSearch tulokset 50 cm

LetterSearch testillä toisella mittauskerralla molemmat lasit saivat parempia tuloksia kuin ensimmäisellä kerralla. Ensimmäisellä kerralla 1.pari oli nopeampi, kun taas toisella mittauskerralla 2.pari oli nopeampi. Taulukoissa 7 ja 8 LetterSearch tulokset.

Taulukko 7 LetterSearch tulokset

	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2
	Pari 1	Pari 1
Mean search time (ms)	5291,65	4755,24
Search time per one element (ms)	26,46	23,78
Sd	1654,07	1249,54
Amount of time needed (sec)	309,00	149,00
Number of trials needed	39,00	23,00
Number of trials close to threshold	21,00	13,00

Taulukko 8 LetterSearch tulokset

	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2
	Pari 2	Pari2
Mean search time (ms)	5885,26	3464,72
Search time per one element (ms)	29,43	17,32
Sd	1254,19	870,29
Amount of time needed (sec)	242,00	126,00
Number of trials needed	31,00	22,00
Number of trials close to threshold	18,00	13,00

8 Yhteenveto tuloksista

Tutkimuksessamme emme juuri löytäneet tilastollisesti merkitseviä eroja käytössä olleiden moniteholasien välillä. Ainoa tilastollisesti merkitsevä löydös oli se, että toisella mittauskerralla Reading Navigatorilla saavutettiin nopeampia aikoja. Tulosten parantuminen toisella mittauskerralla saattoi johtua siitä, että testihenkilöt olivat kuukauden laseja käytettyään tottuneet niihin paremmin ja näin ollen löytäneet helpommin linseistä oikean lukuvoimakkuuden kullekin etäisyydelle. Tulosten parantumisessa voi olla kyse myös siitä, että testiin on opittu ja sen käyttö on tuntunut luontevammalta toisella mittauskerralla kuin ensimmäisellä mittauskerralla. Testien mittausetäisyyksillä ei ollut merkitystä tuloksiin. Hajontaa mittaustuloksiin ei ilmaantunut, oli etäisyys sitten 40-, 79- tai 50 senttimetriä. Tulosten perusteella ei voida todeta, että toinen moniteholasi olisi parempi kuin toinen.

Erikseen jokaista testihenkilöä tarkasteltuna ei niinkään löydy selkeitä johdonmukaisia tuloksia tukemaan toisen moniteholasin paremmuutta tai huonoutta. Reading Navigatorilla saavutettiin kahdella testihenkilöllä 2.parilla, eli uudempaa teknologiaa edustavilla silmälasilla, ensimmäisellä mittauskerralla nopeampia aikoja. Silmälasien väliset erot nopeuksissa kuitenkin tasaantuivat toiseen mittauskertaan mennessä. Kahdella testihenkilöllä kävi myös niin, että ensimmäisellä mittauskerralla uudempaa teknologiaa edustavat silmälasit saavuttivat parempia tuloksia, mutta toisella mittauskerralla vanhempaa teknologiaa edustavat silmälasit veivät voiton. LetterSearch- testillä puolet testihenkilöistä saavutti nopeampia aikoja toisella mittauskerralla, kun taas puolet saavutti toisella mittauskerralla huonompia tuloksia. Käytännössä kuitenkin erot moniteholasien välillä olivat erittäin pieniä, eikä tuloksista voi päätellä kumpi pareista olisi parempi. Mittaustulosten parantuminen tai huonontuminen vaikuttaisi olevan lähinnä sattuman kauppaa ja testituloksiin vaikutti varmasti hyvin paljon myös muut tekijät kuin moniteholinssien linssiominaisuudet.

Kyselylomakkeiden vastaukset tukivat sekä Reading Navigatorilla, että LetterSeach- testillä saavutettuja tuloksia. Neljästä koehenkilöstä kolme ei huomannut moniteholasien välillä merkittävää eroa, eivätkä he osanneet nimetä kumpi pareista olisi parempi ja kumpi huonompi jokapäiväisessä käytössä. Ainoastaan testihenkilö 2:lla oli ongelmia toisen moniteholasin kanssa. Hänenkin tapauksessaan ongelmia aiheuttanut silmälasipari oli uudempaa teknologiaa edustava moniteholasi. Vaikka testihenkilö 2 koki 2.parin käytössä selkeästi huonompana, ei tämä käynyt ilmi mittaustuloksissa. Se, että testeillä ei saavutettu eroja moniteholasien välille saattaa johtua siitä, etteivät kyseiset testit yksinkertaisesti ole soveltuvia moniteholasien lähi- ja välialueiden eroavaisuuksien kartoittamiseen. On myös mahdollista, että vaikka tutkimuksessamme käytetyt moniteholinssit edustavat erilaista valmistustekniikkaa, ei niiden välillä kuitenkaan ole niin merkittävää eroa, että se tulisi testeissä esiin.

9 Pohdinta

Tutkimuksemme tulokset eivät olleet odotuksiemme mukaisia. Oletimme, että 2.parilla, eli uudempaa teknologiaa edustavalla moniteholasilla saavutettaisiin parempia mittaustuloksia Reading Navigatorilla ja LetterSearchilla laajempien väli- ja lähialueiden ansiosta. Myös kyselylomakkeiden vastuksissa odotimme testihenkilöiden kokevan 2.parin parempana jokapäiväisessä käytössä. Näin ei kuitenkaan käynyt, ja erot lasien välillä sekä mittaustulosten että kyselylomakkeiden vastausten perusteella olivat niin olemattomia, ettei niiden perusteella voitu valita kumpi moniteholaseista olisi parempi ja kumpi huonompi. Uskoimme myös, että mittauskertojen välillä olisi tuloksissa selkeä ero lasihin tottumisen seurauksena, mutta tällaista eroa ei kuitenkaan ollut havaittavissa. Työterveyslaitoksen johtamassa erityistyölasitutkimuksessa oli mitattu myös lukemisen aikaisia päännliikkeitä. Mikäli olisimme päässeet mittaamaan myös päännliikkeitä, olisi eroja linssien välillä saattanut löytyä. Oletettavasti laajemmat lähi- ja välialueet omaavat moniteholasit aiheuttaisivat vähemmän pään liikkeitä lukemisen

aikana kun taas kapeamman lähi- ja välialueen omaavat moniteholasit vaatisivat päännliikkeitä jotta oikea kohta lukuvoimakkuudelle löytyisi. Mittaustulosten analysointia vaikeutti se, että vastaavanlaisia mittauksia kyseisillä testeillä ei ole aikaisemmin suoritettu moniteholaseille. Mikäli molemmista testeistä olisi olemassa suurelle joukolle suoritetuista mittauksista johdetut normiarvot, olisi tulosten analysointikin helpottunut. Tällöin olisimme voineet vertailla saavutettuja tuloksia suuremmalla joukolla mitattuihin normiarvoihin ja voineet päätellä olivatko testihenkilöiden tulokset keskimääräisiä arvoja parempia vai huonompia.

Lähtökohtaisesti lasien luovutuksen yhteydessä kaikki testihenkilöt kokivat näkevänsä paremmin 2.parilla. Myöhemmin erot lasien käyttömukavuudessa tasoittuivat, eivätkä testihenkilöt enää osanneet erotella kumpia laseja käyttäisivät mieluummin. Usein uudet moniteholasit saattavat vaatia hieman totuttelu-aikaa, jotta niiden käyttö alkaisi tuntua luontevalta. Tutkimuksessamme olisi voinut olettaa, että molempiin laseihin totuttaisiin samalla tavalla niin, että myös totuttelemisajan jälkeen 2.pari olisi edelleenkin tuntunut käytössä paremmalta. Todellisuudessa kävikin niin, että 2.pari tuntui samanlaiselta myös totuttelun jälkeen, mutta 1.parin käyttömukavuus parani totuttelemisen myötä. Toisaalta tässä voi olla kyse siitäkin, että 2.parin moniteholinssit ovat ominaisuuksiltaan lähtökohtaisesti sellaiset, etteivät ne vaadi totuttelua vaan tuntuvat niin sanotusti omilta jo ensimmäisellä käyttökerralla. 1.pari taas on mahdollisesti linssiominaisuuksiltaan sellainen, että se kapeamman väli- ja lukualueen vuoksi vaatii hieman totuttelua.

Tutkimuksessa käytetyt testit olivat mielestämme helppokäyttöisiä. Etenkin Reading Navigator oli hyvin helppokäyttöinen testi jonka voi suorittaa lähestulkoon missä vain. Myös testihenkilöt kokivat Reading Navigatorin miellyttävämpänä ja helposti ymmärrettävänä testinä. LetterSearch- testi oli käytössä hieman ongelmallisempi ja testihenkilöistä useat kokivat enemmän turhautumista testiä suoritettaessa kuin Reading Navigatorin kanssa. Testeissä saavutettuihin mittaustuloksiin on voinut vaikuttaa merkittävästi testihenkilöiden motivoituneisuus ja vireystila. Suoritettaessa useita mittauskertoja ja toistettaessa samaa testiä useaan otteeseen on testeihin väsyminen erittäin mahdollista. Joidenkin testihenkilöiden tuloksia tarkkailtaessa huomasimmekin, että usein viimeisenä suoritetuissa testeissä tulokset hieman huononivat. Ihanteellisessa tilanteessa olisimme voineet suorittaa mittauksia testihenkilöille esimerkiksi kolme kertaa päivän aikana jolloin tuloksissa olisi voinut tulla paremmin esiin vireystilan vaihtelut. Myös me testien mittaajina saatoimme omalla

toiminnallamme vaikuttaa tuloksiin. Käyttäydyimme jokaisen testihenkilön kanssa samalla tavalla rauhallisesti ja passiivisesti pyrkien välttämään omaa vaikutustamme testi tilanteeseen. Mikäli olisimme olleet rohkaisevampia ja kannustaneet testattavia heidän osoittaessa väsymisen merkkejä, olisivat he mahdollisesti voineet saavuttaa nopeampia aikoja mittauksissa. Tällä tuskin olisi kuitenkaan ollut vaikutusta siihen kumpi moniteholaseista toimi paremmin ja erot olisivat parien välillä pysyneet samana kuin nytkin.

Testihenkilöistä mielenkiintoisimmaksi tulosten perusteella nousi testihenkilö 2. Hän koki alusta asti 2.parin huonompana. Linssit olivat kuitenkin tehtaalla tarkastettu, eikä siellä niissä ollut havaittu virheitä. Moniteholasien mitoitus tarkastettiin, eikä linssien asennuksessakaan löytynyt vikaa. Testihenkilö 2:n subjektiivisesti huonot käyttökokemukset 2.parin suhteen eivät kuitenkaan tulleet ilmi Reading Navigator ja LetterSearch mittauksissa, vaan tulokset molempien parien välillä olivat suhteellisen samanlaiset. Se, että yksi testihenkilöistä koki niin sanotusti paremman moniteholasin huonompana herättää kysymyksiä siitä, millä perusteella tulisi asiakkaille valita lasien hankintatilanteessa moniteholinssit. Viimeisen 40 vuoden aikana moniteholinssien kehitys on mennyt huimaa vauhtia eteenpäin. Tasaisin väliajoin markkinoille tuodaan uusia toinen toistaan parempia linsejä ja valmistustekniikoita joilla pyritään varmistamaan parhaat optiset ominaisuudet ja mahdollisimman laajat tarkat näköalueet. Tutkimuksessamme saavutettujen tulosten perusteella testihenkilöt eivät kuitenkaan huomanneet eroa niin sanotusti uudemman teknologian yksilöllisesti hiotun ja vanhemmalla teknologialla valmistetun linssin välillä. Mikä on siis käytännön hyöty kuluttajalle markkinoille tulevista linssiuutuuksista? Loppujen lopuksi on hyvin vaikea objektiivisilla testeillä mitata linssien toimivuutta lähialueille ja vaikka jollakin testillä saavutetuilla mitta-arvoilla voitaisiin todentaa, että jokin linssi on toista linssiä parempi, on asiakkaan subjektiiviset kokemukset kuitenkin tärkeämpiä. Moniteholinssien valinnassa tulisikin kiinnittää enemmän huomiota asiakkaan tarpeisiin ja siihen minkälaiseen käyttöön lasit tulevat. Ihmiselle jonka elämäntyyli on hyvin kaukokatselu painotteista, on jokseenkin merkityksetöntä laittaa moniteholasit joissa on parhaat mahdolliset lähi- ja välialueet. Vastaavasti henkilö joka arjessaan harrastaa paljon esimerkiksi käsitöitä, lukemista tai tekee näyttöpäätetyötä on perustellumpaa valita linssi jossa lähi- ja välialueet ovat mahdollisimman laajat. Jokaiselle optikkoliikkeessä töissä olleelle on varmasti joskus tullut vastaan tilanne jossa asiakkaalle on vanhat moniteholasit vaihdettu markkinoiden uusimpaan ja ”parhaimpaan” linssiin ja muutaman viikon kuluttua on asiakas palannut liikkeeseen valittamaan lasien olevan

huonommat kuin vanhat. Yksiselitteistä vastausta siitä, mikä moniteholinssi olisi paras, ei varmasti ole olemassa. Jokin linssityyppi saattaa toimia erinomaisesti yhdellä ja surkeasti toisella. Moniteholasien toimivuuteen arjessa vaikuttaa toki myös muutkin asiat kuin esimerkiksi linssien laatuominaisuudet. Myös kehyksen istuvuus ja koko vaikuttavat linssien toimivuuteen. Liian matalaan ja liian kaukana kasvoista istuvaan kehykseen asennettuna ei varmasti yksikään moniteholinssi toimi ihanteellisesti.

10 Itsearviointi

Onnistuimme työssämme mielestämme kohtuullisen hyvin. Ainahan asiat voisi tehdä ja hoitaa paremminkin, mutta lopulliseen tuotokseen olemme kuitenkin tyytyväisiä. Aikataulullisesti opinnäytetyömme venyi hyvin pitkälle aikavälille. Aiheen saimme vuoden 2011 tammikuussa ja lopullinen työ valmistui lokakuussa 2012. Toisaalta pitkä työstöaika antoi meille mahdollisuuden tehdä työtä ja etsiä teorial tietoa kaikessa rauhassa. Opinnäytetyön teossa pysyimme aikataulussa, tosin työn esittäminen olisi voinut olla mahdollista myös jo keväällä 2012, ellei toinen opinnäytetyön tekijöistä olisi ollut ulkomailla opiskelijavaihdossa.

Opinnäytetyön alkuvaiheilla oli suunnitelmia ja toiveita saada käyttöön Tobii Eye tracking- laite jolla olisi voitu kartoittaa sitä mihin moniteholasien käyttäjät kohdistavat katsettaan lukiessaan. Emme kuitenkaan saaneet kyseistä laitetta käyttööme ja koimme sen hieman lannistavana, sillä kyseisellä laitteella olisi varmasti saanut hyödyllistä tietoa moniteholasien toimivuudesta lukutilanteissa. Ihanteellisessa tilanteessa myös testihenkilöitä olisi ollut enemmän. Tällöin olisimme saaneet suuremman määrän mittaustuloksia ja moniteholasien välille olisi saattanut löytyä myös tilastollisesti merkitseviä eroja. Toisaalta kehysten ja linssien hankkiminen useammalle testihenkilölle olisi vaatinut enemmän resursseja, sekä sponsoreita. Tutkimuksessamme käytetyistä moniteholinsseistä ja kehyksistä on maksettu normaalit hinnat tehtaille. Tästä syystä emme voineet kasvattaa tutkimusjoukon kokoa.

Teoriatiedon löytäminen osoittautui haasteelliseksi. Vastaavanlaisia tutkimuksia lukunopeuksista ja moniteholinsseistä ei ole juuri tehty. Teoria tietoa olisi mielellään voinut olla enemmänkin, mutta teoriaa lukemisesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä ei yksinkertaisesti ole suurissa määrin saatavilla. Suomenkielellä kirjoitettuja tutkimuksia ja teoria tietoa ei työssämme ole käytetty lähes ollenkaan. Määrällisesti aikaa kului todella paljon englanninkielisen tekstin kääntämiseen suomeksi ja sen pohjalta teoria osuukien muotoiluun.

Jälkikäteen ajateltuna joitakin asioita olisi voinut tehdä toisin. Ihanteellisessa tilanteessa testihenkilöitä olisi ollut enemmän ja mittauskertoja myös useampia. Tutkimuksen olisi voinut suorittaa myös niin sanotulla *washout-tekniikalla* niin, että

ennen varsinaista tutkimusta testihenkilöille olisi annettu kahdeksi viikoksi käyttöön washout- silmälasit joissa kaikkissa samantyyppinen rakenne. Näin olisi saatu kaikki testihenkilöt samalle lähtöviivalle. Kahden viikon käytön jälkeen testihenkilöille olisi suoritettu samat testit kuin varsinaisille tutkittaville linsseille. Näitä tuloksia ei olisi kuitenkaan otettu huomioon. Tämän jälkeen testihenkilöt olisivat saaneet käyttöönsä kahdeksi viikoksi 2.parin moniteholasit, joille olisi totuttelujakson jälkeen suoritettu mittaukset. Sen jälkeen testihenkilöt olisivat käyttäneet washout- silmälasia taas kaksi viikkoa jonka jälkeen olisi suoritettu mittaukset joita ei taaskaan olisi otettu huomioon. Tämän jälkeen käyttöön olisi annettu 1.parin moniteholasit joille olisi totuttelujakson jälkeen suoritettu mittaukset. Washout -tekniikalla tehtynä olisimme tosin tarvinneet kolmannen moniteholinssiparin, joka olisi osaltaan kasvattanut tutkimuksen kuluja.

Jatkotutkimusehdotuksena voisimme ehdottaa normiarvojen mittaamista sekä Reading Navigatorille, että LetterSearchille. Tällöin saataisiin vertailupohjaa jos tulevaisuudessa suoritettaisiin vastaavanlaisia mittauksia moniteholaseilla. Toisena tutkimusehdotuksena voisi tutkia sitä miten lukunopeus muuttuu päivän aikana, eli suorittaa mittauksia eri kellon aikoina, useana eri päivänä. Opinnäytetyötämme vastaavan tutkimuksen voisi myös suorittaa isommalla testausjoukolla tai useammalla eri valmistajan samantasoisella moniteholinssillä. Olisi mielenkiintoista myös tutkia eroaako tulokset jos tutkimukset suoritettaisiin washout- tyylillä vai olisivatko tulokset samoja kun annetaan molemmat silmälasit käyttöön yhtäaikaaisesti.

Lopuksi haluamme kiittää erityisesti Taru Korjaa opinnäytetyömme aiheesta sekä tuesta ja neuvoista. Apuvälinetekniikan lehtori Sami Grönbergiä haluamme kiittää Spss- ohjelmiston käytönohjeistuksesta. Kiitokset annamme myös opinnäytetyön ohjaajille Juha Havukummulle ja Eero Kokkoa. Optilookia kiitämme tilojen ja mitoituslaitteiden käytöstä. Hoyaa ja Essiloria kiitämme informaatiosta moniteholinssien materiaalien ja rakenteiden suhteen. Edellä mainittujen lisäksi suuri kiitos kaikille niille jotka ovat auttaneet työn eteenpäin viemistä.

Lähteet

Ansons Alec M., Davis Helen, 2001, 3th edition. Diagnosis and management of ocular motility disorders, Oxford: Blackwell science ltd

Bullimore Mark A., Bailey Ian L. 1995. Reading and eye movements in age related maculopathy USA School of Optometry University of California Berkeley

Chung Susana T.L. 2002, The effect of letter spacing on reading speed in central and peripheral vision. School of Optometry, Indiana University, Bloomington, Indiana 47405, USA

Ciuffreda Kenneth J. 2006 Accommodation, the pupil, and presbyopia. Borish's Clinical Refraction second edition. St. Louis, Missouri: Butterworth Heinemann Elsevier

Crawford JD, Martinez-Trujillo JC, Klier EM. 2003 Neural control of three-dimensional eye and head movements.

Daum Kent M., McCormack Glen L. 2006. Fusion and Binocularity. Borish's Clinical Refraction second edition. St. Louis, Missouri: Butterworth Heinemann Elsevier

Essilor 2006 Progressive lenses kuudes painos Varilux university. Essilor

Gould D. Crichton Nicola. n.d. Information point: Visual analogue scale (VAS)

Grosvenor Theodore, 2007, Primary care optometry fifth edition. St. Louis, Missouri: Butterworth Heinemann Elsevier

Guilloux Cyril, Soazic Mousset, Laurent Calixte, Farid Karioty, Sarah Marie, Isabelle Poulain, Christian Miege. Essilor International 2012 Varilux S 4D, binocular personalization based on the sighting dominant eye

Hoya n.d. Nulux ep the perfection of natural vision in all directions. Hoya international

Hoya. 2007 New Houalux iD lifestyle design from Hoya

Jalie Mo. 2001 Ophthalmic lenses & dispensing Butterworth Heinemann Oxford

Jalie Mo. 2005. Verkkodokumentti. Progressive lenses Part 1 <http://www.perret-optic.ch/optometrie/correction_optique/Varifo%20individuel/Progressif_2_jalie-mccarthy/Progressif_part1_jalie.pdf>

Mancil Gary L., Ian L. Bailey, Kenneth E. Brookman, J. Bart Campbell, Michael H. Cho, Alfred A. Rosenbloom, James E. Sheedy. 2011, Care of the patient with presbyopia. American optometric association

MARSHALL M. PARKS n.d Eye Movements and Positions. Verkkodokumentti.
<<http://www.oculist.net/downaton502/prof/ebook/duanes/pages/v1/v1c002.html>>

Meister Darryl, Larry Thibos 2010 i.Scription® by ZEISS Setting the New Standard of Vision Correction, Carl Zeiss Vision

Metsämuuronen Jari 2001 spss aloittelevan tutkijan käytössä metologian -sarja 5.
2.painos International Methelp Ky.

Von Noorden Gunter K., Emilio C. Cambos 2002. Binocular Vision and Ocular Motility
THEORY AND MANAGEMENT OF STRABISMUS sixth edition Mosby, A Harcourt
Health Sciences Company 11830 Westline Industrial Drive St. Louis, Missouri 63146

Näsänen Risto 2012 LetterSearch2. Verkkodokumentti.
<<http://nasanen.info/LetterSearch2Fi.html>> luettu 25.11.2012
<<http://nasanen.info/LetterSearch2Ohjeet.html>> Luettu 25.11.2012

Pensyl C. Denise, William j. Benjamin. 2006. Ocular Motility. Borish's Clinical
Refraction second edition. St. Louis, Missouri: Butterworth Heinemann Elsevier

Piiloset 2012 s.7 Verkkodokumentti. Yksilölliset uuden teknologian moniteholinssit
<http://piiloset.anders.fi/media/files/Piiloset_linssit_2012.pdf> luettu 9.11.2012

Reading Navigator 2011 Markku Leino

Readin navigator 2011. Markku Leino. Verkkodokumentti.<<http://reading-navigator.info/>>. luettu 3.9.2012

Rodenstock 2012 verkkodokumentti.
<<http://www.rodenstock.com/rodb2c/com/en/docId-1397961/Rodenstock+Eye+Lens+Technology+with+DNEye.html>> luettu 15.10.2012
Carl Zeiss n.d verkkodokumentti.
<<http://www.vision.zeiss.com/41256820002524a3/Contents-Frame/fa1e274c8bfba6fbc125772f0030eabe>> luettu 15.10.2012

Schad Daniel j., Nuthmann Antje, Engbert Ralf, 2010. Eye movements during reading
of randomly shuffled text. Vision Research vol 50 Elsevier b.v

Scheiman, Wick 2008 Clinical management of binocular vision heterophoric,
Accommodative, And Eye movement disorders third edition

Star Matthew S., Rayner Keith. 2001. Eye movements during reading: some current
controversies. Rewiew, Trends in Cognitive Sciences Vol.5 No.4 April 2001.

Stidwill David, Ropert Fletcher 2011 Normal binokular vision Theory,investigation and practical aspects. Blackwell pulishing ltd

University of dayton 2012 verkkodokumentti.
<<http://academic.udayton.edu/gregelvers/psy216/spss/ttests.htm>> luettu 25.11.2012

Kyselylomake

1. Ikä

2. Sukupuoli

Mies

Nainen

3. Lasien käyttömäärä (tunnia / päivä)

4. Joudun muuttamaan pääni asentoa jatkuvasti, jotta näkisin näyttöruudun tarkasti.

lasi 1 ei ollenkaan _____ paljon

lasi 2 ei ollenkaan _____ paljon

5. Pystyn katsomaan tekstiä nostamatta leukaani.

lasi 1 ei nostoa _____ paljon nostoa

lasi 2 ei nostoa _____ paljon nostoa

6. Näen näytön tekstin nojautumatta eteenpäin.

lasi 1 ei nojautumista _____ paljon

lasi 2 ei nojautumista _____ paljon

7. Nyökyttelen päätäni sivulta toiselle katsoessani näyttöä.

lasi 1 ei nyökyttelyä _____ paljon

lasi 2 ei nyökyttelyä _____ paljon

8. Käänän päätäni sivulta toiselle katsoessani näyttöä.

lasi 1 ei kääntämistä _____ paljon

lasi 2 ei kääntämistä _____ paljon

9. Nyökyttelen päätäni ylös/alas näytöltä lukiessani.

lasi 1 ei nyökyttelyä _____ paljon

lasi 2 ei nyökyttelyä _____ paljon

10. Minun on vaikea löytää linssistä sopiva voimakkuus työskentelytäisyydelleni.

lasi 1 ei vaikeutta _____ paljon

lasi 2 ei vaikeutta _____ paljon

11. Lähinäköni hämärtyy lukiessani.

lasi 1 ei hämärry _____ hämärtyy paljon

lasi 2 ei hämärry _____ hämärtyy paljon

12 Minulla on tarkennusvaikeuksia katselukohteen vaihtuessa läheltä kauas tai kaukaa lähelle.

lasi 1 ei vaikeutta _____ paljon

lasi 2 ei vaikeutta _____ paljon

13. Kauas katsoessasi näen mielestäni hyvin.

lasi 1 huonosti _____ hyvin

lasi 2 huonosti _____ hyvin

14. Näkökenttäni on laaja, kun katselen kauas.

lasi 1 kapea _____ leveä

lasi 2 kapea _____ leveä

15. Koen reuna-alueiden häiritsevän kauas katseluani.

lasi 1 ei häiritse _____ häiritsee paljon

lasi 2 ei häiritse _____ häiritsee paljon

Autolla ajaminen

16. Ajan autoa.

Kyllä

En (siirry kysymykseen 19)

17. Autolla ajaessani näkeminen on miellyttävää.

lasi 1 epämiellyttävää _____ miellyttävää

lasi 2 epämiellyttävää _____ miellyttävää

18. Nähdäkseni vasemman sivupeilin käännän päätäni.

lasi 1 ei kääntöä _____ paljon kääntämistä

lasi 2 ei kääntöä _____ paljon kääntämistä

Sanomalehden lukeminen (Helsingin Sanomat)

19. Kallistan päätäni löytääkseni lukualueen linssistä.

lasi 1 en kallista _____ kallistan paljon

lasi 2 en kallista _____ kallistan paljon

20. Palstojen määrä, jonka näen kerralla:

21. Sanomalehden lukeminen on helppoa.

lasi 1 helppoa _____ vaikeaa

lasi 2 helppoa _____ vaikeaa

Työpiste

23. Mitä asioita ja mille etäisyyksille sinun on nähtävä työpisteessäsi?

24. Missä tilanteissa koet linssin toimivan parhaiten? Kuvaile tilannetta.

25. Koetko linssin häiritseväksi jotain tiettyä kohdetta katsellessasi? Kuvaile tilannetta.

TV:n katselu

26. Etäisyys, jolta katselen TV:tä

27. Koen näkeväni TV-ruudun tarkasti.

lasi 1 epätarkka	_____	tarkka
lasi 2 epätarkka	_____	tarkka

Testihenkilöiden lasimääräykset

Voimakkuudet					
		Sfäärinen	sylinteri	Akseli	Lukulisä
Testihenkilö 1					
uudet lasit	Oikea silmä	+1,00 dpt			2,00 dpt
	Vasen silmä	+2,00 dpt	-0,50 dpt	65°	2,00 dpt
vanhat lasit	Oikea silmä	+0,75 dpt			2,0 dpt
	Vasen silmä	+2,0 dpt	-0,50 dpt	65°	2,0 dpt
Testihenkilö 2					
uudet lasit	Oikea silmä	+0,75 dpt	-0,50 dpt	165°	2,25 dpt
	Vasen silmä	+1,0 dpt			2,25 dpt
vanhat lasit	Oikea silmä	+1,0 dpt	-0,50 dpt	155°	2,25 dpt
	Vasen silmä	+0,75 dpt			2,25 dpt
Testihenkilö 3					
uudet lasit	Oikea silmä	+1,00 dpt	-0,75 dpt	45°	2,25 dpt
	Vasen silmä	+1,00 dpt	-0,75 dpt	105°	2,25 dpt
vanhat lasit	Oikea silmä	+1,0 dpt	-0,75 dpt	45°	
	Vasen silmä	+1,25 dpt	-0,50 dpt	100°	
Testihenkilö 3					
uudet lasit	Oikea silmä	+0,75 dpt	-0,50 dpt	115°	2,25 dpt
	Vasen silmä	+0,75 dpt	-0,50 dpt	75°	2,25 dpt
vanhat lasit	Oikea silmä	+1,25 dpt			
	Vasen silmä	+1,25 dpt			