

Roosa Ahonen, Katja Laaksonen ja Hilikka Vettenranta

Näköhäiriöt Parkinsonin taudissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Optometrismi (AMK)

Optometrian koulutusohjelma

Opinnäytetyö

28.3.2013

Tekijä(t) Otsikko	Roosa Ahonen, Katja Laaksonen ja Hilkka Vettenranta Näköhäiriöt Parkinsonin taudissa
Sivumäärä Aika	46 sivua + 2 liitettä 28.3.2013
Tutkinto	Optometrismi (AMK)
Koulutusohjelma	Optometrian koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Optometria
Ohjaaja(t)	lehtori Juha Havukumpu lehtori Juha Päällysaho
<p>Parkinsonin tauti on etenevä neurologinen sairaus, jossa aivojen mustatumakkeen hermosolut tuhoutuvat ja dopamiinin säätely häiriintyy. Iän myötä riski sairastumiseen kasvaa. Sairaus on suhteellisen yleinen suomalaisten keskuudessa ja Parkinson-potilaiden määrän oletetaan kasvavan väestön ikääntymisen myötä. Työn tarkoituksena on esitellä optikoille Parkinsonin taudista ja sen lääkityksestä mahdollisesti aiheutuvia näköhäiriöitä, kuten kontrastiherkkyden ja värinäön heikentymistä, pupillireaktioiden muutoksia sekä silmien liikkeiden häiriöitä.</p> <p>Tutkimuksiin osallistuneet henkilöt löydettiin Uudenmaan Parkinson-yhdistyksen avulla. Tutkimushenkilöille järjestettiin ryhmäkeskustelu, jossa kartoitettiin heidän subjektiivisia oireitaan. Keskustelua ohjasivat etukäteen suunnitellut kysymykset. Kirjallisuuskatsauksen ja ryhmäkeskustelun perusteella valittiin tehtävät tutkimukset. Henkilöiltä tutkittiin näöntarkkuus, kontrastiherkkyys, konvergenssin lähipiste, nopeat sakkadiset silmänliikkeet, hitaat myötäseuraavat silmänliikkeet, foriat, stereonäkö, värinäkö ja pupillireaktiot. Esitietokyselyssä selvitettiin subjektiivisten näköongelmien lisäksi Parkinsonin taudin kesto ja lääkitys sekä mahdolliset silmä- ja yleissairaudet ja niihin käytettävät lääkkeet.</p> <p>Huolimatta siitä, että kirjallisuuskatsauksessa esitellään useita Parkinsonin taudin mahdollisesti aiheuttamia näköongelmia, tutkimusryhmällä niitä ei juuri esiintynyt. Kuitenkin tutkimustuloksista konvergenssin lähipiste jäi kaikilla henkilöillä kauas. Tämä voi olla yksi tekijä, joka vaikuttaa jokaisen henkilön anamneesissa esille tulleisiin lähinäköongelmiin. Muut normaalista poikkeavat tulokset, kuten heikkoudet värinäössä, kontrastiherkkydessä ja silmien liikkeissä olivat yksittäisiä löydöksiä. Työ on kuvaileva tutkimus seitsemän Parkinsonin tautia sairastavan henkilön subjektiivisista näköoireista, näkötestien tuloksista ja objektiivisista mittauksista. Koska tutkimusjoukko on pieni, tuloksia ei voida yleistää.</p>	
Avainsanat	Parkinsonin tauti, näköhäiriöt, konvergenssin lähipiste

Author(s) Title	Roosa Ahonen, Katja Laaksonen and Hilikka Vettenranta Visual Symptoms in Parkinson's Disease
Number of Pages Date	46 pages + 2 appendices 28 March 2013
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Optometry
Specialisation option	Optometry
Instructor(s)	Juha Havukumpu, Senior Lecturer Juha Päällysaho, Senior Lecturer
<p>Parkinson's disease is a progressive neurological disorder, in which the nerve cells of the substantia nigra are destroyed and the dopamine regulation is disturbed. The incidence of the disease increases with age. Parkinson's disease is relatively common in Finland and the number of Parkinson's patients is expected to grow with ageing of the population. The aim of this study is to introduce possible visual symptoms caused by Parkinson's disease to the opticians. Among these symptoms are e.g. reduction of contrast sensitivity and colour vision, changes in the pupil reaction and disorders of the eye movement.</p> <p>The subjects participating in this study were found through the Parkinson's association in Uusimaa. The subjects were involved in a group session, which studied the participants' subjective symptoms. The discussion was guided by questions planned beforehand. The examinations for the study were chosen based on a literature review and the group discussion. The participants were tested for visual acuity, contrast sensitivity, near point of convergence, saccadic eye movements, pursuit (smooth tracking) eye movements, phoria, stereopsis, colour vision and pupil reactions. The anamnesis also gave us information about duration and medication of Parkinson's disease, possible eye diseases, systemic diseases and their medication.</p> <p>According to the research articles Parkinson's disease is associated with several visual symptoms. However, in this study group only a small amount of changes in vision were found. Each patient had an impaired ability to converge their eyes and their near points of convergence were far. Such abnormalities may cause problems with the near vision reported by all patients. The results differing from normal values, including deficits in colour vision, decreased contrast sensitivity and defects in the eye movements are all individual findings. This was a descriptive study, and due to a small amount of subjects the results cannot be generalized.</p>	
Keywords	Parkinson's disease, visual symptoms, impaired ability to converge

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Parkinsonin tauti	2
2.1	Parkinsonin taudin historia	2
2.2	Esiintyvyys	3
2.3	Diagnosointi	3
2.4	Parkinsonin taudin kulku	4
2.5	Parkinsonin taudin oireet	4
2.5.1	Liikeoireet	4
2.5.2	Kognitiiviset oireet	5
2.6	Parkinsonin taudin hoito	5
2.6.1	Lääkehoito	5
2.6.2	Muut hoitomuodot	6
3	Parkinsonin tauti ja näkeminen	8
3.1	Kontrasti ja kontrastiherkkyys	8
3.2	Silmänliikuttajalihakset ja silmien liikkeet	9
3.3	Värinäkö	11
3.4	Pupillireaktiot	12
3.5	Lääkkeiden haittavaikutukset	12
4	Koejärjestelyt	13
4.1	Näöntarkkuus	14
4.2	Kontrastiherkkyys	14
4.3	Silmien liikkeitä mittaavat testit	15
4.3.1	Konvergenssin lähipiste	15
4.3.2	Sakkadi-liikkeet	16
4.3.3	Seuraamisliikkeet	17
4.3.4	Foriat	17
4.4	Stereonäkö	18
4.5	Visuaalisen etsinnän nopeus	19
4.6	Värinäkö	20
4.7	Pupillireaktiot	21
4.8	Zeiss i.Profiler	22
5	Tutkimustulokset	23

5.1	Näöntarkkuudet ja kontrastinäkö	23
5.2	Silmien liikkeet ja stereotesti	24
5.3	Visuaalisen etsinnän nopeus	27
5.4	Värinäkö	30
6	Johtopäätökset	33
7	Pohdinta	39
	Lähteet	42

Liitteet

Liite 1. Taulukko 4. Silmälasitiedot ja Zeiss i.Profiler -arvot.

Liite 2. Taulukko 5. Tutkimushenkilöiden taustatiedot.

1 Johdanto

Parkinsonin tauti on etenevä neurologinen sairaus, jonka tyypillisimpiä motorisia oireita ovat lepovapina, lihasjäykkyys ja liikkeiden hidastuminen. Oireiden syinä ovat aivojen mustatumakkeen hermosolujen tuhoutuminen ja tumakkeen käyttämän välittäjäaineen, dopamiinin, säätelyn häiriintyminen. Tauti tuhoaa hermosoluja myös aivorungossa ja keskiaivoissa, mistä aiheutuu ei-motorisia oireita, kuten psyykkiset ja kognitiiviset oireet sekä oireet autonomisessa hermostossa. (Keränen – Marttila 2002: 9-14.) Parkinson-potilailla voi esiintyä myös näkemiseen liittyviä häiriöitä, kuten kontrastiherkkyden ja värinäön heikentymistä, pupillireaktioiden muutoksia sekä silmien liikkeiden häiriöitä (Armstrong 2011: 1-7). Suomen väestörakenne muuttuu siten, että tulevaisuudessa ikääntyneiden henkilöiden määrä kasvaa. Koska Parkinsonin tauti alkaa tavallisimmin 50–70 vuoden iässä, tautia sairastavien asiakkaiden määrän voidaan olettaa kasvavan optikkoliikkeissä. (Väestö 2013; Keränen – Marttila 2002: 9.)

Tämä opinnäytetyö muodostuu kirjallisuuskatsauksesta ja käytännön tutkimusosuudesta. Kirjallisuuskatsaus pohjautuu suomen- ja englanninkieliseen lähdemateriaaliin. Koska suomenkielistä lähdemateriaalia Parkinsonin taudin aiheuttamista näköongelmista löytyi hyvin vähän, ne haluttiin esitellä kirjallisessa työssä optikoita varten. Lisäksi kirjallisuuskatsaus ohjasi käytännön osuuteen valittavia tutkimusmenetelmiä. Suoritettavien testien valintaa ohjasivat myös tutkimushenkilöille järjestetyssä ryhmäkeskustelussa esille tulleet subjektiiviset kokemukset näkemisestä. Työssä tutkittiin seitsemän Parkinsonin tautia sairastavan henkilön näkökykyä Metropolia Ammattikorkeakoulun tiloissa lukuvuoden 2012–2013 aikana. Tutkimushenkilöt löytyivät Uudenmaan Parkinson-yhdistys ry:n avulla.

Opinnäytetyön kirjallisen osuuden alussa esitellään yleisesti Parkinsonin tautia ja siihen liittyviä näköhäiriöitä. Teoriaosuuden jälkeen esitellään koejärjestelyt ja tutkimustulokset. Tulosten avulla analysoidaan, onko tauti vaikuttanut tutkimushenkilöiden näkökykyyn. Pohdinnassa nostetaan esille niitä seikkoja, jotka optikon olisi hyvä huomioida kohdatessaan Parkinsonin tautia sairastavan asiakkaan. Lisäksi arvioidaan niitä tekijöitä, jotka ovat mahdollisesti vaikuttaneet tutkimusten tuloksiin ja kerrotaan taustoja työssä tehdyille rajauksille.

2 Parkinsonin tauti

Parkinsonin tauti on etenevä neurologinen sairaus. Oireiden syynä on aivojen mustatumakkeen (*substantia nigra*) hermosolujen tuhoutuminen. Syytä tuhoutumiseen ei vielä tunneta. Mustatumake käyttää välittäjäaineenaan dopamiinia, jonka säätely häiriintyy Parkinsonin taudissa. Motoriikkaa säätelevän tiedon kulku muuntuu ja dopamiinin puutos johtaa kemialliseen ja toiminnalliseen epätasapainoon tyvitumakkeiden yhteyksissä. Hermosolutuhoa on mustatumakkeen lisäksi myös keskiaivoissa ja aivorungossa. (Keränen – Marttila 2002: 9-12; Aquilonius 2008: 9-12.)

Taudin pääoireita ovat lepovapina (tremor), lihasjäykkyys (rigiditeetti) ja liikkeiden hidastuminen (hypokinesia). Parkinsonin taudin muita oireita ovat tasapainovaikeudet, autonomisen hermoston oireet sekä psyykkiset ja kognitiiviset oireet. Parkinsonin tauti alkaa tavallisimmin 50–70 vuoden iässä, mutta se voi alkaa jo aiemmin. Oireet voivat vaivata mahdollisesti vuosia, ennen kuin ne tiedostetaan ja Parkinsonin tauti diagnosoidaan. Normaalisti ihmisen ikääntyessä soluja tuhoutuu vähitellen, mutta Parkinsonin taudissa tuhoutuminen alkaa aikaisemmin ja on normaalia nopeampaa. Hermosoluista 60–80 % on tuhoutunut, kun Parkinsonin taudin oireita alkaa ilmetä. (Teräväinen 2000a: 6-8; Keränen – Marttila 2002: 13-14; Aquilonius 2008: 10-12.)

2.1 Parkinsonin taudin historia

Parkinsonin taudin ensimmäinen yhtenäinen kuvaus on julkaistu vuonna 1817 (Aquilonius 2008: 10). Englantilainen lääkäri James Parkinson kutsui sairautta täristyshalvaukseksi. Ranskalainen neurologi Charcot esitti sairautta kutsuttavan Parkinsonin taudiksi, koska tautiin ei liity halvausta. Parkinsonin taudin aiheuttamia muutoksia aivoissa osattiin luonnehtia 1900-luvun alkupuolella ja ensimmäiset taudin hoitoon tarkoitetut antikolinergiset lääkeaineet kehitettiin toisen maailmansodan jälkeen. Stereotaktinen leikkausmenetelmä kehitettiin 1950-luvun taitteessa ja dopamiinin puutteen merkitys oireiden synnyssä huomattiin 1960-luvun vaihteessa. 1970-luvun alkupuolella Levodopa-hoito tuli laajempaan käyttöön, minkä jälkeen lääkehoito on kehittynyt nopeasti. Dopamiinin kaltaisesti vaikuttavat lääkkeet ovat merkittävimpiä saavutuksia. Tällä hetkellä sairauden tieteellinen tutkimus on erittäin laajaa. Tutkimuksen suurimpana haasteena on taudin edelleen tuntemattoman perimmäisen syyn selvittäminen. (Marttila 2000a: 4-5.)

2.2 Esiintyvyys

Parkinsonin tautia esiintyy kaikkialla maailmassa. Vaaleaihoisilla ihmisillä tautia esiintyy enemmän kuin tummaihoisilla ja miesten sairastuvuus on suurempi kuin naisten. Koko elinaikainen riski sairastua on noin kaksi prosenttia ja jos lähisukulaisilla esiintyy Parkinsonin tautia, riski lisääntyy kaksinkertaiseksi. Tauti ei ole varsinaisesti perinnöllinen, mutta sairastumiseen voi liittyä perinnöllinen alttius. Ympäristötekijöiden ja mahdollisen geneettisen alttiuden katsotaan olevan tärkeitä sen synnyssä. Tutkimuksissa ei ole kuitenkaan pystytty osoittamaan selviä ympäristötekijöitä, jotka lisäisivät taudin riskiä. (Keränen – Marttila 2002: 9-10; Marttila ym. 2010; Atula 2011.) Yhdysvaltalaisen tutkimuksen mukaan Parkinsonin tautia sairastavien määrä kaksinkertaistuu vuodesta 2005 vuoteen 2030. Tutkimus koski kymmentä maailman runsasväkistä maata. (Dorsey ym. 2007: 384.) Suomessa Parkinsonin taudin vallitsevuus oli vuosina 1992 ja 1999 tehdyissä tutkimuksissa 166/100 000 (Käypä hoito -suositus 2010). Vuonna 2000 Parkinsonin tautiin sairastui 900 henkilöä ja koko maassa oli 10 000 tautia sairastavaa henkilöä (Fogelholm 2005). Suomessa erityiskorvattavia Parkinsonin taudin lääkkeitä saa yli 16 000 potilasta, joista idiopaattisia tapauksia on yli 12 000 (Kaakkola 2011).

2.3 Diagnosointi

Taudin diagnoosi perustuu pääoireiden toteamiseen. Parkinsonin tauti on todennäköinen, jos potilaalla on kaksi kolmesta pääoireesta, joita ovat lepovapina, lihasjäykkyys ja liikkeen hidastuminen. Parkinsonin taudin diagnoosia tukevia piirteitä ovat toispuolinen alkuaire, todettavissa oleva lepovapina, taudin etenevyys ja hyvä vaste Levodopahoidolle. Laboratoriotutkimuksia ei ole käytettävissä, koska missään verikokeissa ei ole taudille tyypillisiä muutoksia. Myöskään aivojen tietokonetomografiassa tai magneettikuvauksessa ei ole näkyviä muutoksia, mutta niitä suositellaan mahdollisissa erotusdiagnostisissa ongelmissa. Koska muut sairaudet tai lääkkeet voivat aiheuttaa parkinsonismioireita, tutkimuksissa suljetaan pois parkinsonismin muut muodot. Aivojen dopamiiniaineenvaihduntaa kuvaavilla menetelmillä voidaan myös varmistaa diagnoosi. Jos oireissa on epätyypillisiä piirteitä, selvitetään myös muut mahdolliset sairaudet niiden taustalla. Sekundaarinen parkinsonismi voi olla esimerkiksi lääkkeiden (neuroleptit), toistuvien aivovammojen, aivokasvaimen tai myrkyllisten aineiden aiheuttama. Parkinsonin tautia voidaan hoitaa sitä paremmin, mitä varhaisemmassa vaiheessa se pystytään toteamaan. (Keränen – Marttila 2002: 15-18.)

2.4 Parkinsonin taudin kulku

Parkinsonin taudin ensimmäisenä oireena 70 % potilaista on vapina ja 30 % potilaista liikkeiden hitaus ja jäykkyys. Oireet ilmaantuvat hitaasti ja osalla ne saattavat säilyä vähäisinä vuosikymmeniä, kun taas joissain tapauksissa toimintakyky saattaa huonontua olennaisesti muutamassa vuodessa. Taudin yksilöllistä kulkua on mahdoton ennustaa, mutta myöhempää kehitystä voidaan jossain määrin arvioida sairauden alkuvuosi- en oireiden kehittymisen perusteella. Ennuste on suotuisa, jos oireet pysyvät pitkään toispuoleisina. Hitaasti etenevä tauti ei muutu nopeasti eteneväksi juuri koskaan. Parkinsonin tautiin sairastuneiden omatoimisuus säilyy suhteellisen hyvänä, vaikka tauti on etenevä ja oireet pahenevia. Varsinkin fyysisen toiminnan alueella, mutta myös sosiaalisten ja emotionaalisten toimintojen alueella, elämänlaadun on todettu heikentyneen. Hoidon aikana Parkinson-potilailla esiintyy päivittäistä väsymyksen ja tilanvaihtelua. (Marttila 2000b: 16-17; Keränen – Marttila 2002: 30-34.)

2.5 Parkinsonin taudin oireet

2.5.1 Liikeoireet

Parkinsonin taudin kolme pääoiretta ovat vapina, lihasjäykkyys ja liikkeiden hidastuminen. Oireet alkavat yleensä toispuoleisena hitaasti kuukausien ja vuosien kuluessa. Oireet ovat yksilöllisiä ja vaihtelevat suuresti. (Keränen – Marttila 2002: 13-15; Teräväinen 2000b: 12-13.)

Sairauden ensimmäinen oire on usein vapina, joka alkaa yleensä toispuoleisena yläraajasta ja muuttuu myöhemmin molemminpuoliseksi ja leviää alaraajaan. Se ilmenee nimenomaan levossa ja lievittyy tahdonalaisen liikkeen aikana. Useimmiten vapina on liikkeeltään laajaa ja harvajaksoista, toisilla sitä ei esiinny ollenkaan. Stressi ja väsymys lisäävät vapinaa. (Keränen – Marttila 2002: 13-14; Teräväinen 2000b: 12-13.)

Lihaskäykkyys näkyy raajan liikuttamisen vastustamisena silloin, kun tutkittava on rentona ja toinen henkilö esimerkiksi taivuttaa hänen kättään. Liikkeiden hidastuminen näkyy niiden vähenemisenä, liikesuoritusten hidastumisena ja liikeratojen pienenemisenä. Kävely hidastuu, kävellessä myötäliikkeet, kuten käsien heilunta, vähenevät ja askel lyhenee. Tahdonalaisen liikkeen aloittaminen hidastuu. Silmien räpyttely voi vä-

hentyä ja puhe voi hiljentyä sekä muuttua monotoniseksi. Nieleminen voi vaikeutua ja käsiala pienentyä. (Keränen – Marttila 2002: 13-14; Teräväinen 2000b: 12-13.)

Muita oireita ovat erilaiset sisäelimiä toiminnasta huolehtivan autonomisen hermoston häiriöt. Joillakin potilailla esiintyy lihasten pitkäkestoisia kouristustiloja (dystonia). Parkinsonin taudissa asennon automaattinen säätely on häiriintynyt, minkä vuoksi oireina ovat etukumara asento ja kaatuilutaipumus. (Keränen – Marttila 2002: 30-36 sivut; Teräväinen 2000a: 6-8.)

2.5.2 Kognitiiviset oireet

Parkinsonin tauti voi aiheuttaa kognitiivisia toimintoja häiritseviä muutoksia aivojen etu-alueissa. Kognitiiviset häiriöt kehittyvät yleensä pitkän ajan kuluessa ja ovat eteneviä, mutta pysyvät useimmiten lievinä tai keskivaikeina. Häiriöt ilmenevät esimerkiksi aloitekyvyn heikkenemisenä. Muistivaikeuksia saattaa esiintyä, mutta vaikeaa dementiaa esiintyy erittäin harvoin. Yli 70-vuotiailla Parkinsonin tautiin liittyy lievää tai kohtalaista kognitiivisen tason heikentymistä terveisiin samanikäisiin verrattuna, alle 60-vuotiailla sitä esiintyy harvoin. (Portin 2000: 14-15.)

2.6 Parkinsonin taudin hoito

2.6.1 Lääkehoito

Lääkehoidolla ei voida parantaa Parkinsonin tautia tai estää sen etenemistä. Lääkehoidon tavoitteena on oireiden lievittäminen, mikä on useilla eri lääkkeineillä varsin tehokasta. Tarkoituksena on vaikuttaa tiedon kulkuun hermosoluista toiseen ja pitää se niin normaalina kuin mahdollista. Lääkehoito on Parkinsonin tautia sairastavalle elinikäinen ja siihen liittyy usein hankalia sivuvaikutuksia. Taudin hoitoon käytettävät lääkkeet voivat aiheuttaa tai pahentaa oireita, kuten autonomisen hermoston häiriöitä sekä psyykkisiä ja kognitiivisia häiriöitä (Keränen – Marttila 2002: 27-34). Lääkkeiden aiheuttamana psyykkisenä haittana ovat aistiharhat. Parkinsonin taudissa hallusinaatiot ovat erityisesti näköharhoja, joita esiintyy noin neljäsosalla potilaista jossain taudin vaiheessa. Lääkehoito vaatii tarkkaa seurantaa. Esimerkiksi Levodopa-hoito aloitetaan mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa, jotta sivuoireilta vältyttäisiin mahdollisimman pitkään. (Rinne 2000: 18-25.)

2.6.1.1 Levodopa

Tärkein Parkinsonin taudin lääkkeitä on Levodopa, joka lievittää oireita tehokkaimmin. Levodopalla, dopamiinin esiasteella, pyritään korvaamaan puuttuva dopamiini. Sen haittana pitkäaikaishoidossa ovat motoriset komplikaatiot ja psyykkiset oireet. Potilaalla saattaa ilmetä tahattomia liikkeitä eli dyskinesioita. Tämän vuoksi lääkitys pyritään aloittamaan mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa. Lääkehoitoa ei aina aloiteta Levodopalla ja sitä käytetään yhdessä muiden Parkinsonin taudin lääkkeiden kanssa. Aluksi Levodopan vaikutus on tasainen. Lääkeannoksen vaikutusaika lyhenee, kun aikaa on kulunut noin kahdesta viiteen vuotta, jolloin myös oireiden vaikeusaste vaihtelee. Tutkimusten mukaan Levodopa on ollut tehokkain muihin Parkinsonin tautiin käytettäviin lääkkeisiin verrattuna. Lisäksi Levodopan tehokkuuden on vahvistanut sen kliininen käyttö 1960–1970 -lukujen vaihteesta lähtien. (Keränen – Marttila 2002: 19-34; Rinne 2000: 18-25.)

2.6.1.2 Muut lääkeaineet

MAO-B:n estäjillä Selegiliinillä ja Rasagiliinilla voidaan siirtää Levodopa-lääkityksen aloittamista. Ne lisäävät dopamiinin vapautumista estämällä dopamiinia hajottavan MAO-B -entsyymin toimintaa. Lääkkeiden oireita lievittävä teho on vähäinen, mutta ne sopivat hyvin varhaisvaiheen potilaille. Selegiliiniä tai Rasagiliinia voidaan käyttää yksinään ensimmäisenä lääkkeenä ja myöhemmin Levodopan kanssa yhdistelmähoitona. Antikolinergiset lääkeaineet ja Amantadiini vähentävät kolinergisen hermojärjestelmän ylitoimintaa. Antikolinergit vaikuttavat parhaiten vapinaan ja Amantadiini helpottaa lihasten pakkoliikkeitä, hitautta ja jäykkyyttä. Ensisijaisena lääkkeenä riittävän vasteen pidemmäksi aikaa antavat dopamiiniagonistit, jotka vaikuttavat suoraan hermosoluissa oleviin dopamiinin kiinnittymiskohtiin. Ne eivät altista tahattomille liikkeille, jolloin dopamiiniagonisteihin yhdistettynä Levodopa-annokset voivat olla pienempiä. COMT-estäjät tehostavat ja pidentävät Levodopan vaikutusta. Niitä käytetään aina yhdessä Levodopan kanssa, jolloin Levodopa-annoksia voidaan pienentää. (Keränen – Marttila 2002: 22-26; Rinne 2000: 18-25.)

2.6.2 Muut hoitomuodot

Parkinsonin taudin muita hoitomuotoja ovat kirurginen hoito ja kuntoutus. Kirurgista hoitoa käytetään, kun oireisiin ei pystytä vaikuttamaan lääkehoidolla. Sillä voidaan hoi-

taa potilaita, joiden oireena on sietämätön vapina tai pitkäaikaisen Levodopa-hoidon sivuvaikutuksena hankalia tahattomia liikkeitä. (Kuopio 2000: 26-28.) Työ- ja toimintakykyä ylläpitävä kuntoutus on tärkeää Parkinsonin taudin hoidossa. Kuntoutuksessa käytetään fysioterapiaa ja liikuntaa, joiden lisäksi puhe- ja toimintaterapiasta voi olla hyötyä Parkinsonin tautia sairastavalle. (Oksanen 2000: 35-38.)

3 Parkinsonin tauti ja näkeminen

R. A. Armstrongin kirjoittamassa Visual Signs in Parkinson's Disease -artikkelissa esitellään useita Parkinsonin taudin yhteydessä osalla potilaista esiintyviä näkemiseen liittyviä häiriöitä. Niitä voi artikkelin mukaan esiintyä muun muassa kontrastiherkkydessä, konvergenssin toiminnassa ja pupillireflekseissä. (Armstrong 2011: 1-7.) Lääketieteen tohtorin, neuro-oftalmologian erikoislääkärin ja silmäkirurgin Tapio Ihanamäen haastatteluun pohjautuvassa artikkelissa, Parkinsonin tauti ja silmät, kerrotaan Parkinson-potilaiden tavallisimmista silmäongelmista. Ihanamäen mukaan näitä ongelmia ovat esimerkiksi näön hämärtyminen, kahtena näkeminen ja kuivasilmäisyys. Lisäksi artikkelissa mainitaan harvinainen blefarospasmi eli silmäluomia sulkevan kehälihaksen kouristustila, jonka vuoksi silmäluomet nykivät, niiden avaaminen vaikeutuu tai ne sulkeutuvat vastentahtoisesti. (Heikkinen 2012: 4-5; Terminologian tietokannat 2012.) Sekä Armstrong että Heikkinen kirjoittavat Parkinsonin tautia sairastavien kärsivän mahdollisesti myös silmien liikkeiden ongelmista, näöntarkkuuden ja värinäön heikentymisestä, räpytyksen harvenemisesta, näköaistiharhoista sekä etäisyyden ja nopeuden arvioinnin vaikeuksista. Kummassakin artikkelissa huomautetaan, että edellä mainitut oireet ja ongelmat eivät välttämättä johdu itse Parkinsonin taudista, vaan voivat olla taudin hoidossa käytettävien lääkeaineiden sivuvaikutuksia tai esimerkiksi luonnollisia ikääntymisestä aiheutuvia näkemisen ongelmia. (Armstrong 2011: 1-7; Heikkinen 2012: 4-5.)

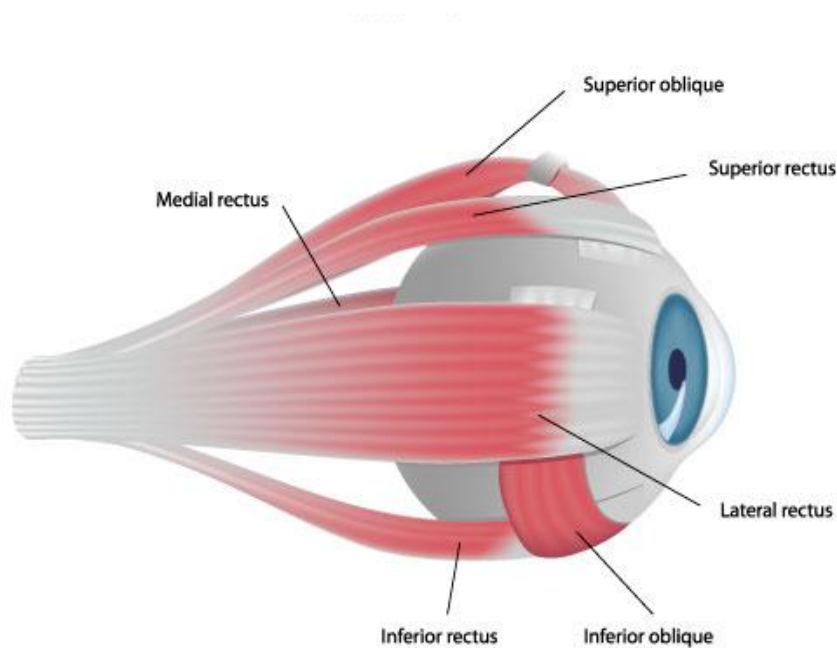
3.1 Kontrasti ja kontrastiherkkyys

Kontrasti tarkoittaa tummuus- tai vaaleuseroa kahden pinnan välillä (Grosvenor 2007: 171). Pienintä kontrastia, jonka voi erottaa taustasta, kutsutaan kontrastikynnykseksi. Kontrastiherkkyys on puolestaan kontrastikynnyksen käänteisarvo. (Elliott 2006: 247.) Se on ominaisuus, jolla tarkoitetaan yksilöllistä kykyä erottaa kirkkuseroja. Henkilö, jonka kontrastiherkkyys on korkea, erottaa kohteet, joilla on pieni kontrastiero. (Näsänen 2012a.) Kontrastiherkkyys vaikuttaa myös siihen, kuinka hyvin ihminen käytännössä näkee. Katseltavat kohteet ovat harvoin tarkkarajaisia ja korkeakontrastisia. Näin ollen henkilö, jolla on hyvä näöntarkkuus, ei välttämättä näe hyvin. Esimerkiksi hahmojen tunnistaminen, hämärässä liikkuminen ja sateessa ajaminen vaikeutuvat, jos henkilön kontrastiherkkyys heikkenee. (Elliott 2006: 252-253.)

Parkinsonin tauti voi edetessään vaikuttaa joidenkin tautia sairastavien henkilöiden kontrastiherkkyyteen etenkin, kun kyseessä ovat korkeat ja keskitason kontrastiherkkyytaajuudet. Pieri tutkimusryhmineen totesi tämän käyttäen tutkimuksessaan Vis-tech- ja Pelli Robson -kontrastitestejä. (Pieri – Diederich – Raman – Goetz 2000: 7-11.) Ongelmat kontrastiherkkyydessä saattavat johtua dopamiinin säätelyn häiriöistä ja ne ovat yleisesti lievennettävissä Levodopa-hoidolla (Bulens – Meerwald – Van der Wildt – Van Deursen 1987: 365-369). Kontrastiherkkyyttä heikentää myös silmän pinnan kuivuminen (Tutt – Bradley – Begley – Thibos 2000: 4117-4123).

3.2 Silmänliikuttajalihakset ja silmien liikkeet

Yhtä silmää liikuttaa kuusi lihasta, joita hermottavat kolmas, neljäs ja kuudes aivohermo (Pensyl – Benjamin 2006: 370-375). Lihakset on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1. Silmänliikuttajalihakset (How the Eye Works 2013).

Silmät liikkuvat, jotta katseltava kohde osuisi samanaikaisesti molempien silmien verkkokalvoille tarkan näkemisen alueelle ja yhtenä näkeminen olisi mahdollista. Lisäksi silmien liikkuminen mahdollistaa liikkuvan kohteen seuraamisen. (Daum – McCormack 2006: 160.) Nopeiden silmien liikkeiden, sakkadien, ansiosta katse kääntyy nopeasti tiettyyn kohteeseen. Sakkadit toimivat joko refleksinomaisesti tai tahdonalaisesti. (Pen-

syl – Benjamin 2006: 376-377.) Optokineettinen liike on refleksinomainen liike, joka koostuu lyhyestä katseltavan kohteen suuntaisesta liikkeestä sekä nopeasta vastakaissuuntaisesta sakkadista. Refleksi syntyy esimerkiksi silloin, kun katsellaan maisemaa liikkuvasta autosta. (Daum – McCormack 2006: 161.) Silmien hitaiden seuranta-liikkeiden eli pursuit-liikkeiden avulla katse pysyy halutussa kohteessa. Vestibulaariset silmien liikkeet puolestaan varmistavat, että fiksaatio pysyy kohdallaan riippumatta pään asennon muutoksista. Vergenssit ovat silmien liikkeitä, joissa silmät kääntyvät horisontaalisesti joko samaan katsesuuntaan tai eri katsesuuntiin. Silmien sisäänpäin kääntymistä kutsutaan konvergenssiksi ja ulospäin kääntymistä divergenssiksi. (Pensyl – Benjamin 2006: 376-377, 384; Daum – McCormack 2006: 162.)

Parkinsonin tautia sairastavilla henkilöillä saattaa esiintyä ongelmia silmien sakkadi- ja myötäseuraavissa liikkeissä. Sakkadit voivat jäädä lyhyiksi katseltavan kohteen sijaintiin nähden tai niiden määrä voi lisääntyä, kun kohdistetaan katse tiettyyn kohteeseen. Nämä lisääntyneet nopeat silmien liikkeet voivat häiritä hitaita pursuit-liikkeitä. Shibasaki ryhmineen on tutkinut edellä mainittuja silmien liikkeitä. Tutkimuksen mukaan Parkinsonin tautia sairastavilla horisontaaliset sakkadit ovat hitaampia kuin tautia sairastamattomilla kontrolliryhmän henkilöillä. Lisäksi sakkadien reaktioajat olivat tutkimuksessa pidemmät Parkinson-potilailla kuin kontrolliryhmällä. Näistä tuloksista johtuen Shibasaki ryhmineen olettaa Parkinsonin taudissa tyypillisesti esiintyvän yleisen liikkeiden hitauden ja lihasten kankeuden ulottuvan myös silmänliikuttajalihasten toimintaan. Myös Crawford ryhmineen on tutkinut silmien liikkeitä Parkinson-potilailla ja kontrolliryhmällä. Crawford ja muut tutkivat sakkadi-liikkeitä kahden vuorotellen ja säännöllisin väliajoin näkökenttään tulevan fiksaatiokohteen välillä. Tutkimusryhmä on päättellyt saaduista tuloksista, että Parkinson-potilaiden sakkadit saattavat jäädä lyhyiksi katselukohteeseen nähden. (Shibasaki – Tsuji – Kuroiwa 1979: 360-364; Crawford – Goodrich – Henderson – Kennard 1989: 1033-1042; Hodgson – Dittrich – Henderson – Kennard 1999: 927-938.) Toisaalta Parkinsonin tautia sairastavilla refleksinomaiset sakkadi-liikkeet voivat olla myös normaalit (Leigh – Daroff – Troost 1999: 362).

Michell ryhmineen on tutkinut, miten Parkinsonin tauti tai siihen käytettävä Levodopalaäke vaikuttaa silmien sakkadeihin. Michell ryhmineen kirjoittaa, että heidän tutkimuksensa perusteella sakkadien reaktioajoissa on niin suuria eroja tutkimushenkilöiden välillä, että reaktiiviivettä ei voida pitää merkinä Parkinsonin taudista, kun tautia diagnosoidaan. Lisäksi tutkimuksessa todetaan, että Levodopa mahdollisesti hidastaa liikettä edeltävän hermoimpulssin syntymistä, mistä aiheutunee viivettä sakkadien reaktio-

aikoihin. (Michell ym. 2007: 7-18.) Lepore on tutkinut silmien liikkeistä muun muassa konvergenssia. Tutkimuksessa esitetään, että konvergenssin vajaatoiminta on yleistä Parkinsonin tautia sairastavilla henkilöillä ja siihen voi liittyä exoforiaa, mistä mahdollisesti aiheutuu kaksoiskuvia. (Lepore 2006: 37-40.)

3.3 Värinäkö

Ihmisen silmä erottaa värejä verkkokalvon fotoreseptoreiden avulla. Koska väriä havaitsevia tappisoluja on kolmenlaisia, normaalia värinäköä sanotaan trikromaattiseksi. Tappisolut on nimetty S-, M- ja L-tapeiksi kunkin valopigmentin (sininen, vihreä ja punainen) aallonpituuden mukaan. (Pease 2006: 308-309.)

Kun yksi tai useampi tappisolutyyppejä toimii puutteellisesti, värien erottaminen vaikeutuu (Saarelma 2012). Kun värinäkövika ei ole synnynnäinen, sitä kutsutaan hankituksi. Hankittuun värinäkövikaan voi liittyä sairaus suonikalvolla, verkkokalvolla tai näköhermossa. Yleissääntönä voidaan ajatella, että muutos suonikalvolla aiheuttaa yleensä sinikelta-heikkoutta, muutos verkkokalvolla sinikelta- tai punaviher-heikkoutta ja muutos näköhermossa punaviher-heikkoutta. (Grosvenor 2007:126.)

Parkinsonin taudin on tutkittu mahdollisesti vaikuttavan värinäköön. Regan tutkimusryhmineen vertasi Parkinson-potilaiden ja vastaavan ikäisten tautia sairastamattomien henkilöiden värinäköä nopean tietokoneella tehtävän väritestin avulla. Tutkimuksessa ei löydetty merkittävää eroa värinäkössä Parkinson-potilaiden ja vertailuryhmän välillä. Kuitenkin virheet, joita Parkinson-potilaat tekivät, olivat sinisellä akselilla. (Regan – Freudenthaler – Kolle – Mollon – Paulus 1998: 3427-3431.) Toisessa tutkimuksessa Pieri tutkimusryhmineen vertasi Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden värinäköä vertailuryhmän värinäköön Farnsworth-Munsell 100 värisävyä -testillä (FW) sekä Lanthony 15 nappulaa -testillä (D15). Ryhmä huomasi Parkinson-potilaiden värinäön heikkenneen molemmilla testeillä. D15-testillä ei tullut esille merkittävää eroa kahden ryhmän välillä, mutta FW-testillä ero oli merkittävä. Lisäksi ryhmä totesi, että väri virheet esiintyvät Parkinson-potilailla erityisesti sinisellä ja vihreällä akselilla. (Pieri – Diederich – Raman – Goetz 2000: 7-11.) Müller tutkimusryhmineen totesi, että värinäkö heikkenee taudin edetessä. Tutkimuksessa tehtiin FW-testi binokulaarisesti samoille henkilöille kolmen vuoden välein. Varmistaakseen henkilöiden Parkinsonin taudin aiheuttavat väri virheet, henkilöt pitivät 12 tunnin tauon Parkinson-lääkityksestä. (Müller – Woitalla – Peters – Kohla – Przuntek 2002: 256-260.)

3.4 Pupillireaktiot

Pupillin koko vaihtuu normaalissa silmässä muun muassa konvergenssin, akkommodaation ja valoreaktion seurauksena. Autonominen hermosto hermottaa sileitä lihaksia, jotka säätelevät pupillin kokoa. Sympaattisen hermoston säätelemä laajentajalihas suurentaa pupillia ja parasympaattisen hermoston säätelemä supistajalihas pienentää pupillia. (Pensyl – Benjamin 2006: 356-357.)

Parkinsonin tautia sairastavilla potilailla on tutkittu pupillin reaktiokykyä valoärsykkeeseen. Tutkimuksissa todettiin, että Parkinson-potilailla pupillin supistuminen oli heikentynyt ja hidastunut. (Micieli ym. 1991: 55-58.)

3.5 Lääkkeiden haittavaikutukset

Parkinsonin taudin hoitoon käytettäviin lääkkeisiin yleisimmin liittyvä näkemisen haittavaikutus on näköaistiharhat. Muita mainittuja haittavaikutuksia ovat esimerkiksi näön hämärtyminen ja diplopia. Lääkkeet ja niiden haittavaikutukset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Parkinson-lääkkeet (Fimea 2013a, b; Lääkeinfo n.d.a-c).

Lääkeaine	Tuotenimi	Haittavaikutukset
Levodopa	Kardopal Madopar Sinemet	Blefarospasmi, aistiharhat, diplopia, näön hämärtyminen, pupillien laajentuminen
Dopamiiniagonistit	Cabaser Neupro Parlodel Permax Requip Sifrol	Näköhäiriöt, aistiharhat
MAO-B-entsyymiestäjät	Azilect Eldepryl Selegilin Generics	Aistiharhat
COMT-estäjät	Comtess Tasmar	Aistiharhat
Levodopa + COMT-estäjä	Stalevo	Näön hämärtyminen, aistiharhat

4 Koejärjestelyt

Opinnäytetyön käytännönosuus aloitettiin keväällä 2012, jolloin otettiin yhteys Uudenmaan Parkinson-yhdistykseen. Yhteyshenkilöksi saatiin Anna-Maria Salonen, joka julkaisi Suomen Parkinson-liitto ry:n verkkosivuilla tiedotteen opinnäytetyöstä ja vapaaehtoisten tutkimushenkilöiden etsimisestä. Tarkoitus oli saada noin 10 työikäistä tutkimushenkilöä, koska vanhemmilla henkilöillä mahdolliset Parkinsonin taudin aiheuttamat näköhäiriöt on vaikeampi erottaa normaaliin ikääntymiseen liittyvistä näköhäiriöistä. Ensin perehdyttiin opinnäytetyön teoriaosaan ja kirjallisuudesta löytyneisiin tutkimuksiin, joiden perusteella laadittiin kysymykset Parkinson-yhdistyksen tiloissa 5.12.2012 toteutettuun ryhmäkeskusteluun. Keskusteluun osallistuneilla Parkinsonin tautia sairastavilla henkilöillä oli joitain samankaltaisia näkemiseen liittyviä ongelmia, jotka otettiin huomioon, kun valittiin tehtäviä testejä.

Tutkimuksiin ilmoittautui sähköpostitse seitsemän henkilöä, joiden Parkinsonin taudin diagnoosista oli kulunut yhdestä seitsemään vuotta. Tutkimukset tehtiin Metropolia Ammattikorkeakoulun tiloissa. Testit valittiin kirjallisuudessa esiintyneiden tutkimustulosten ja ryhmäkeskustelun perusteella. Myös opinnäytetyön ohjaaja Juha Päälylyaho oli apuna testien valinnassa. Kullekin tutkimushenkilölle varattiin aikaa noin kaksi tuntia. Tutkimuksiin valituilla testeillä mitattiin seuraavat asiat: näöntarkkuus, foriat, värinäkö, konvergenssin lähipisteet, kontrastiherkkyys, stereonäkö, pupillireaktiot, silmien sakkadi- ja seuraamisliikkeet sekä visuaalisen etsinnän nopeus. Lisäksi mitattiin taittovirheet Zeiss i.Profiler -laitteen avulla. Saatua tulosta verrattiin henkilöllä käytössä olevien silmälasien voimakkuuksiin. Laitteella otettuja kuvia silmien aberraatioista hyödynnettiin, kun analysoitiin tutkimushenkilöiden näöntarkkuuksia ja kontrastinäköä. Esitietokyselyssä selvitettiin henkilöiden näköoireet, Parkinsonin taudin diagnosointiajankoh- ta ja lääkitys, muut yleis- ja silmäsairaudet sekä niihin käytettävät lääkkeet.

Kaikki testit tehtiin samassa näöntutkimustilassa, jotta olosuhteet olisivat vakioituneet. Ennen tutkimusta tutkittaville laitettiin kostuttavia silmätippoja, joilla suljettiin pois silmien kuivumisesta mahdollisesti aiheutuvat näköhäiriöt. Testitaulujen valaisimena oli luonnonvalolamppu (Viva-Lite, G23, 11 W, 541 Lumen, 5500 K, 96 Ra). Tutkimushenkilöt käyttivät omia silmälasiaan kaikissa muissa testeissä, paitsi Zeiss i.Profiler -mittauksessa. Testit pyrittiin tekemään sujuvasti ja taukoja pidettiin tarvittaessa.

4.1 Näöntarkkuus

Näöntarkkuus eli visus kuvaa yksilön kykyä erottaa kaksi yksityiskohtaa toisistaan. Näöntarkkuusarvolla 1.0, niin sanotulla normaalilla visuksella, yksilö havaitsee kaksi erillistä kohdetta, jotka ovat yhden kulmaminuutin etäisyydellä toisistaan. Kun visusarvo pienenee, näkötehtävä helpottuu. Näöntarkkuutta voivat rajoittaa optiset ja neuraaliset tekijät. (Grosvenor 2007: 9-10; Bailey 2006: 217.)

Näöntarkkuudet mitattiin monokulaarisesti ja binokulaarisesti, sekä kauas että lähelle. Kauas etäisyys oli kolme metriä ja lähelle 70 senttimetriä (cm). Lähitestin etäisyys valittiin vastaamaan mahdollisimman hyvin Letter Search -näköhavaintonopeustestin tutkimusetäisyyttä, joka oli 75 cm. Testitauluna käytettiin Neuro näkötestit -näöntarkkuustaulua (ks. kuvio 2).

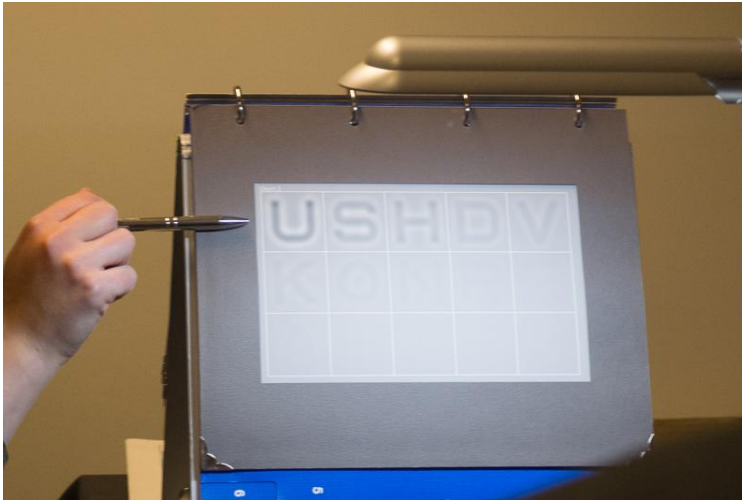


Kuvio 2. Neuro näkötestit -näöntarkkuustaulu.

4.2 Kontrastiherkkyys

Neuraalista kontrastiherkkyyttä mitattiin Neuro Näkötestit -kontrastiherkkyystestin avulla (ks. kuvio 3). Testitaulussa on 15 kirjainta alenevalla kontrastilla siten, että kontrasti pienenee vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas. Taulusta etsitään kirjain, joka juuri ja juuri voidaan vielä erottaa taustastaan. Tulos kuvaa henkilön havaitsemaa matalinta kontrastiarvoa. Etäisyyden on hyvä olla sellainen, että se ei kuormita akkommodaatiota. Testitaulun kontrastina käytetään RMS-kontrastia (Root Mean Square), joka kuvaa valontiheysjakauman suhteellista keskihajontaa yhdessä testimerkissä. Tulokset lue-

taan testin ratkaisuavaimesta. (Neuro näkötestit 2008a.) Kontrastiherkkyystestit, joissa käytetään kirjaintestimerkkejä, testaavat myös toiminnallista kontrastiherkkyyttä, sillä testimerkki sisältää useita paikkataajuuksia. Kirjaimet ovat helposti tunnistettavia, mikä tekee testistä nopean ja luotettavan. (Pelli – Robson – Wilkins 1998: 187-199.)



Kuvio 3. Neuro näkötestit -kontrastiherkkyystesti.

Testi suoritettiin yhden metrin etäisyydeltä monokulaarisesti ja binokulaarisesti. Testitauluja oli kolme erilaista, jotta tulokset olisivat luotettavampia ja muistamisen mahdollisuus poistettaisiin. Tutkimushenkilö luetteli järjestyksessä ne kirjaimet, jotka hän näki testitauluissa.

4.3 Silmien liikkeitä mittaavat testit

4.3.1 Konvergenssin lähipiste

Konvergenssin lähipiste liittyy kykyyn kääntää molempia silmiä yhtä aikaa sisäänpäin ja samalla ylläpitää silmien fiksaatiota. Konvergenssin lähipiste on piste, jossa tutkittava ilmoittaa, kun silmiä kohti tuleva näkökohde kahdentuu tai piste, jossa tutkija huomaa, että toinen tutkittavan silmistä kääntyy ulospäin. Katseltavaa kohdetta tuodaan vaakatasossa kohti tutkittavan silmiä noin 50 cm etäisyydeltä aloittaen. Suoraan edestä mitatun konvergenssin määrä on sopiva, jos sen lähipiste on noin kahdeksan senttimetriä tai vähemmän. Konvergenssin lähipiste mitataan silmälasilinssin pinnasta. Mikäli testi-

tulos jää toistuvasti 12–15 cm etäisyydelle, tutkittavalla on oletettavasti konvergenssin vajaatoiminta. (Grosvenor 2007: 120; Pensyl – Benjamin 2006: 395-396.)

Konvergenssin vajaatoiminta eli riittämätön kyky kääntää silmiä suorasta katselinjasta sisäänpäin ja siihen tyypillisesti liittyvä lähixoforia aiheuttavat mahdollisesti oireita lähinnä pitkittyneessä lähityöskentelyssä. Näitä oireita ovat silmien väsyminen ja silmä särky sekä ajoittaiset kaksoiskuvat. (Grosvenor 2007: 103; Newman 2006: 1017-1018.)

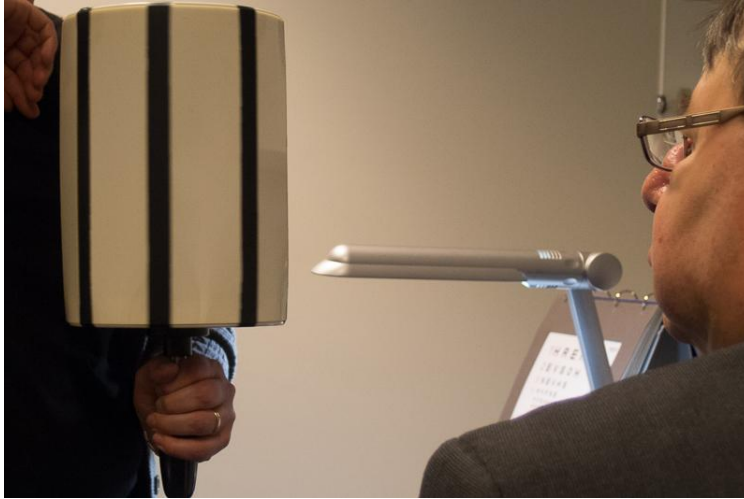
Konvergenssin lähipiste mitattiin RAF Ruler -laitteella (ks. kuvio 4) suoraan edestä silmien korkeudelta, ylä- ja alanäkökentistä sekä noin 45 ° oikealta ja vasemmalta. Testiä kannateltiin tutkittavan kasvoihin tukien ja testimerkkiä (viiva ja piste) liikutettiin kohti tutkittavan silmiä. Tutkittavan tehtävänä oli katsoa pistettä ja ilmoittaa kohta, jossa viiva kahdentuu. Samalla tarkasteltiin mahdollista toisen silmän ulospäin kääntymistä. Tulos katsottiin testisauvaan merkitystä mitta-asteikosta ja kirjattiin tutkimuslomakkeeseen.



Kuvio 4. RAF Ruler.

4.3.2 Sakkadi-liikkeet

Silmien refleksinomaisia sakkadi-liikkeitä testattiin optokineettisellä rummulla (ks. kuvio 5). Rumpua pyörytettiin tutkittavan silmien tasolla noin puolen metrin etäisyydellä ja tutkittavaa ohjeistettiin katsomaan rumpun keskiosaan. Pyörivä raitakuvio saa normaalisti silmissä aikaan tahdosta riippumattoman optokineettisen liikkeen. Syntyvien refleksinomaisten sakkadi-liikkeiden nopeutta ja symmetrisyyttä tarkasteltiin silmien välillä. (Bailey 2006: 234.)



Kuvio 5. Optokineettinen rumpu.

4.3.3 Seuraamisliikkeet

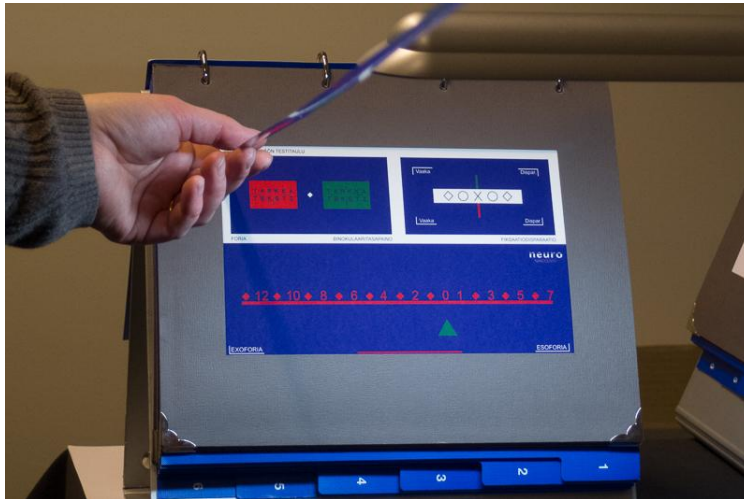
Myötäseuraavia silmien liikkeitä tutkittiin siten, että tutkimushenkilöä pyydettiin seuraamaan katseellaan kynän päätä, jota liikutettiin hitaasti. Kynän etäisyys tutkittavan kasvoista oli 40 cm. Testin aikana tarkasteltiin seuraamisliikkeen jatkuvuutta, silmien liikkeiden symmetrisyyttä sekä mahdollisia korjaavia sakkadeja ja pään liikkeitä. (Pensyl – Benjamin 2006: 376.)

4.3.4 Foriat

Forialla tarkoitetaan silmien näköakselien piilevää asentovirhettä. Asentovirhe saadaan esille, kun poistetaan mahdollisuus fuusoida silmien verkkokalvoille lankeava näkökohde yhdeksi. Esoforiassa silmien asentopoikkeama on sisäänpäin ja exoforiassa ulospäin. Eso- ja exoforia ovat horisontaaliforioita. Hyperforiassa toinen silmistä on kääntynyt ylöspäin suhteessa toiseen. Hyperforia on vertikaaliforia. (Grosvenor 2007: 485.)

Horisontaali- ja vertikaaliforioiden määrää mitattaessa käytettiin Neuro näkötestit - piilokarsastustestiä (ks. kuvio 6). Testi suoritettiin yhden metrin etäisyydeltä testitaulusta. Tutkittavan omien silmälasien päälle laitettiin puna/vihreä-lasit, jolloin binokulaarisessa tilanteessa saatiin molempien silmien verkkokalvoille muodostumaan erilliset kuvat. Testissä oikea silmä näkee vihreän kolmion ja vasen silmä punaiset numerot ja

viivat. Tutkimushenkilön tehtävä oli kertoa, mitä numeroa kolmio osoitti. Vastauksen perusteella kirjattiin muistiin mahdollisen piilokarsastuksen määrä. Testissä tuloksia yhdestä esoforiasta kuuteen exoforiaan pidetään normaaleina. (Neuro näkötestit 2008b.)



Kuvio 6. Neuro näkötestit -piilokarsastustesti.

4.4 Stereonäkö

Stereonäkö tarkoittaa kykyä hahmottaa syvyyttä ja suhteellisia etäisyyksiä. Tämä perustuu verkkokalvojen disparaatiovihjeiden yhdistymiseen yhdeksi kuvaksi aivoissa. Koska silmät katsovat kohdetta hieman eri kulmista, niihin muodostuva kuva ei ole täsmälleen samanlainen. Kuvien erilaisuuden perusteella syntyy vaikutelma kolmiulotteisuudesta. Syvyyden hahmotusta stereonäön avulla pidetään synnyynnäisenä ominaisuutena. (Grosvenor 2007: 123-124.)

Stereonäköä mitattiin Titmus-stereotestillä (ks. kuvio 7). Polarisaatiosuotimien läpi verkkokalvoille lankeaa erilaiset kuvat, jolloin muodostuu vaikutelma kolmiulotteisesta testikuvioista. Osa testitaulun kuvioista nähdään binokulaarisesti samanlaisena. Testietäisyys on 40 cm ja katselukulman tulisi olla 45 astetta. Tulokset ilmoitetaan kulmasekunteinä. Ensimmäinen testimerkki on kärpänen, jonka siivet näyttävät olevan varsinaisen kuvan yläpuolella. Siinä verkkokalvojen disparaatio on lähes yhden asteen verran ja vastaa 3000 kaarisekunnin tulosta. Tällä testimerkillä voidaan karkeasti mitata, onko henkilöllä stereonäköä. Testin toisessa vaiheessa on eläinkuvioita, joissa disparaatio on 400–100 kaarisekuntia. Kolmantena on kuvioita, joissa on neljä pientä ympyrää,

joista yksi erottuu stereokuvana. Näissä disparaatio muuttuu 800 kaarisekunnista 40 kaarisekuntiin. (Grosvenor 2007: 124.) Tutkimushenkilöä pyydettiin kertomaan, mitkä testikuvioista hän näki kolmiulotteisena.



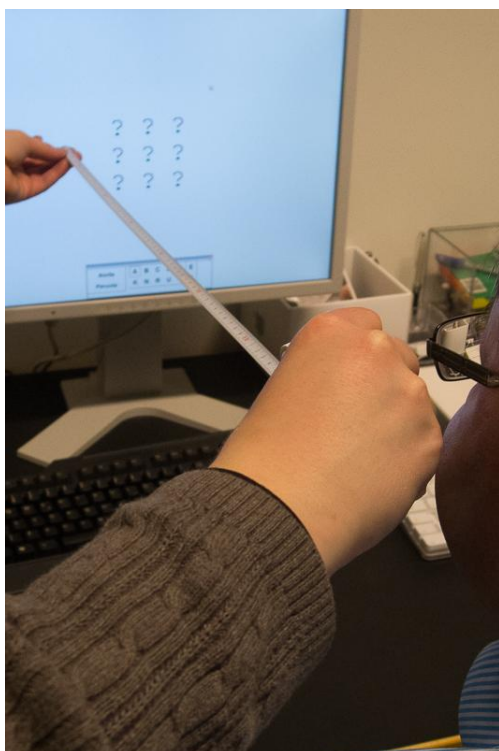
Kuvio 7. Titmus-stereonäkötesti.

4.5 Visuaalisen etsinnän nopeus

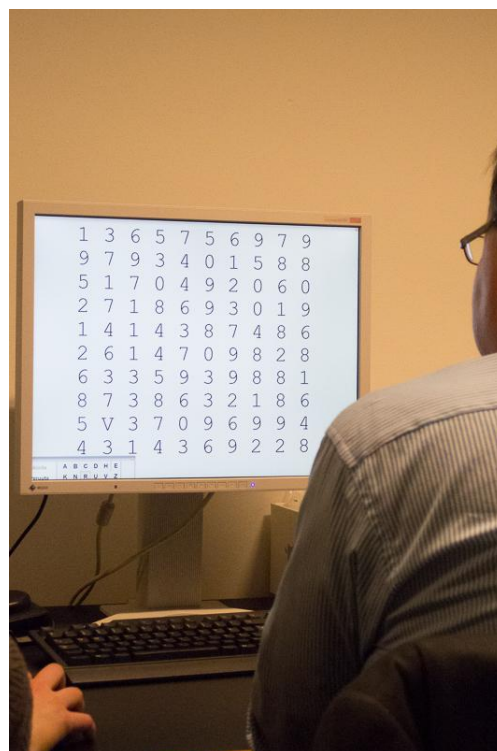
Visuaalisen etsinnän nopeutta mitattiin Letter Search -tietokonetestin avulla. Testissä tutkimushenkilön on tarkoitus löytää ja tunnistaa kohdeärsyke taustaärsykeistä. Kohdeärsyke on satunnaisesti vaihtuva kirjain ja taustaärsyke on numerokenttä. Testimatriisi näkyy tietokoneen ruudulla rajatun ajan, joka vaihtelee oikeiden ja väärin vastausten mukaan. Kun numerot eivät näy, niiden tilalla on kysymysmerkkejä. Tietokone määrittää visuaalisen etsinnän nopeuden kynnsarvon oikeiden vastausten perusteella. Kynnsarvo kasvaa matriisin koon kasvaessa. (Näsänen 2012b; Ojanpää ym. 2006a: 1013-1023.) Letter Search -testi edellyttää silmien liikkeitä ja visuaalisen informaation nopeaa käsittelyä (Näsänen ym. 2005: 497-504). Haku aika 3x3-matriisissa on samansuuntainen kuin yksittäisen fiksaation aikana tapahtuvaan prosessointiin kuluva aika (Ojanpää ym. 2006b: 57). Koska silmien liikkeitä ei tarvita pienimmässä matriisissa, sillä voidaan arvioida näkösignaalin kulun nopeutta. Kun ärsykkeiden määrä kasvaa, katseen kohdistuksia tarvitaan enemmän (Ojanpää ym. 2006b: 56-57). Näin ollen suurimmalla matriisilla saadaan tietoa silmien liikkeistä yhdistettynä näkösignaalin kulkuun. Ojanpää ryhmineen on tutkinut liuotinaineille pitkäaikaisesti altistuneita henkilöitä. Tutkimuksessa todetaan, että tutkimushenkilöiden hidastunut visuaalinen etsintä liittyy todennäköisesti visuaaliseen havainnointikykyyn, koska heidän näöntarkkuutensa,

kontrastiherkkytensä ja sakkadien nopeus olivat normaalit. (Ojanpää ym. 2006a: 1013-1023.)

Testi suoritettiin kolmella erikokoisella testimatriisilla, 3×3, 6×6 ja 10×10. Henkilö istui 75 cm etäisyydellä kuvaruudusta (ks. kuviot 8 ja 9). Kirjaimen tunnistusta harjoiteltiin ensin jokaisella matriisilla ennen varsinaista testiä. Tutkimushenkilöä ohjeistettiin katsomaan testikentän keskiosaan ja sanomaan ääneen tunnistamansa kirjaimen. Vastaukset merkittiin koneelle, jolloin tutkittavan ei tarvinnut siirtää katsettaan pois testikentästä. Tuloksiksi saatuja kynnyksarvoja verrattiin vastaavan ikäryhmän viitearvoihin.



Kuvio 8. Letter Search -tietokonetesti, 3×3.



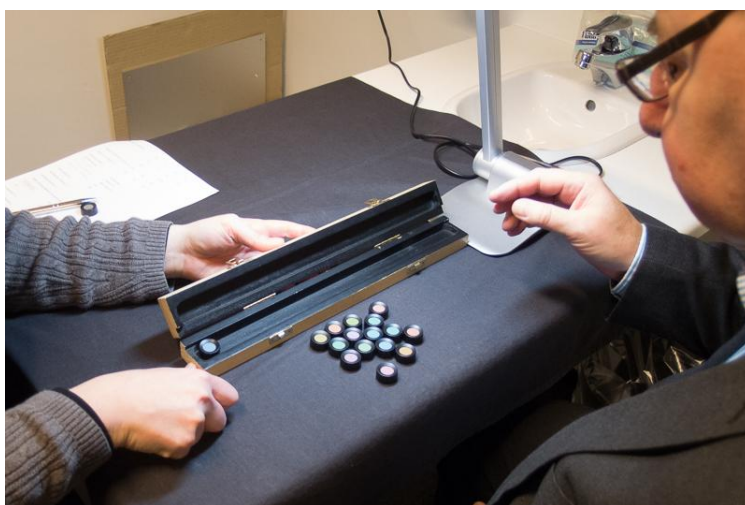
Kuvio 9. Letter Search -tietokonetesti, 10×10.

4.6 Värinäkö

Henkilöiden värinäköä tutkittiin Farnsworthin D-15 -testillä (D15) sekä Lanthony 15 -värinappulatestillä. D15-testillä pystytään tutkimaan nopeasti, onko henkilöllä värinäkövirhettä. Testissä tutkimushenkilön tulee laittaa 15 eri sävyistä värinappia järjestykseen, minkä jälkeen tulokset kirjataan tuloslomakkeeseen. (Grosvenor 2007: 127.) D15-testillä tutkittavat voidaan ryhmitellä kahteen ryhmään. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat voimakkaasti tai keskivaikeasti väriheikot henkilöt ja toiseen ryhmään kuuluvat lievästi väriheikot ja normaalisti värit erottavat henkilöt. Testillä voidaan luokitella, onko

henkilön väriheikkous punaheikkoo (protanomalia), viherheikkoo (deutanomalia) tai siniheikkoo (tritanomalia). (Grosvenor 2007: 169; Farnsworth D-15 and Lanthony Test Instructions n.d.) Lanthony-testi eroaa D15-testistä värien tummuudessa ja kylläisyydessä. Munsell-asteikon mukaan Lanthony-testin värisävyt ovat vaaleampia ja vähemmän kylläisiä kuin D15-testissä, minkä vuoksi sitä kutsutaan desaturoiduksi testiksi. Desaturoidulla testillä voidaan saada lisää tietoa henkilön väriheikkouden asteesta. Valaistusolosuhteet ovat erityisen tärkeitä, jotta vältetään vääriä positiivisilta tuloksilta. (Birch 1993: 86-88.) Lanthony-testillä tutkittavien värinäkö voidaan luokitella väriheikkoksi tai normaaliksi. Epätäydellinen tulos voi viitata henkilön lievään väriheikkouteen. Testillä voidaan selvittää, jos henkilöllä on hankittu värinäkövika. (Farnsworth D-15 and Lanthony Test Instructions n.d.)

Viidentoista nappulan väritesti tehtiin ensin kylläisillä värinappuloilla oikealla ja vasemalla silmällä erikseen (ks. kuvio 10). Tämän jälkeen testi toistettiin desaturoiduilla värinappuloilla. Värinappulat aseteltiin epäjärjestykseen pöydällä olevan mustan liinan päälle. Tutkimushenkilön tehtävänä oli järjestää nappulat riviin kromaattiseen järjestykseen. Tulokset kirjattiin lomakkeeseen ja analysoitiin sen avulla.



Kuvio 10. Farnsworth D-15 -testi.

4.7 Pupillireaktiot

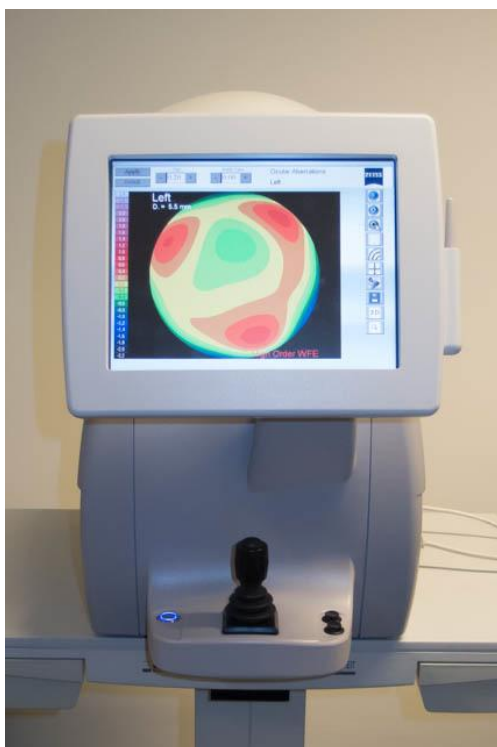
Pupillireaktioita mitattaessa tutkittiin pupillin reagointia valoon ja akkommodaation muutokseen. Tutkimustilanteessa yleisvalaistuksen tulisi olla madallettu, mutta riittävän kirkas, jotta myös valaisematonta silmää on mahdollista tarkkailla. Tutkittava kohdisti katseensa kauas ja kynälampun valoa osoitettiin yhteen silmään kerrallaan. Pupillireak-

tioita tarkasteltiin sekä suoraan valaistusta että valaisemattomasta silmästä. (Grosvenor 2007: 122.)

Pupillireaktion lähirefleksiä tarkasteltaessa tutkittavaa pyydettiin katsomaan kaukana olevaa kohdetta ja tämän jälkeen siirtämään katseensa lähelle kynän kärkeen. Pupillien liikettä tarkasteltiin, kun tutkittava siirsi katseensa näiden kohteiden välillä kahdesta kolmeen kertaan. Tutkimustilassa oli puolihämärä valaistus. (Grosvenor 2007: 122.)

4.8 Zeiss i.Profiler

Tutkimushenkilöillä käytössä olevien silmälasien oikea voimakkuus varmistettiin Zeiss i.Profiler -laitteella, joka on yhdistelmä aberrometristä, topografista ja autorefraktometristä (ks. kuvio 11). Laite mittaa korkean ja matalan asteen vääristymien vaikutuksen verkkokalvolle lankeavan kuvan laatuun. Kuvavääristymät mitataan koko pupillin alueelta. Mittaustulosten perusteella Zeiss VoluMetric -järjestelmä laskee optimaaliset arvot tutkittavan sfäärisille ja sylinterivoimakkuuksille. (Meister – Thibos 2010: 1-6.) Mittaustulosta verrattiin tutkimushenkilön lasitietoihin (ks. liite 1). Lisäksi hyödynnettiin silmien aberratiokuvia, kun analysoitiin henkilöiden näöntarkkuuksia ja kontrastinäköä.



Kuvio 11. Zeiss i.Profiler

5 Tutkimustulokset

5.1 Näöntarkkuudet ja kontrastinäkö

Taulukossa 2 on esitetty näöntarkkuudet kauas ja lähelle sekä kontrastiherkkyydestin tulokset. Binokulaarisesti mitattuna kaikki tutkimushenkilöt saavuttivat normaalin tai normaalia paremman näöntarkkuuden kauas. Visusarvot olivat 1.0^{-2} – 1.5 välillä. Monokulaariset näöntarkkuudet eivät juuri poikenneet oikean ja vasemman silmän välillä, paitsi henkilöillä B ja E. Kaukonäöntarkkuuksissa ainoa normaaliarvoista poikkeava tulos oli henkilön B oikean silmän visusarvo 0.75^{-2} . Lähinäöntarkkuuksissa lähes kaikilla tutkimushenkilöillä oli pieniä eroja silmien välillä. Suurin ero oli henkilöllä C, jonka oikean silmän lähinäöntarkkuus oli 1.12 ja vasemman 0.56^{-2} . Tuloksista normaalia heikompia olivat henkilöiden B ja G oikean silmän sekä henkilön C vasemman silmän lähinäöntarkkuustulokset. Binokulaariset lähivisukset vaihtelivat välillä 0.9^{-4} – 1.4 . Tuloksissa on vain muutama yksittäinen normaalista poikkeava monokulaarisesti mitattu arvo, joten kaikille henkilöille yhtenäisiä poikkeavuuksia näöntarkkuuksissa ei löytynyt. Koska käytetylle lähietäisyydelle ei ollut visusarvoa 1.0 vastaavaa optotyyppin kokoa, lähinäöntarkkuusarvo 0.9 valittiin vastaamaan kauas mitattua normaalia näöntarkkuutta 1.0.

Taulukko 2. Näöntarkkuudet ja kontrastiherkkyden logaritmiarvot.

	Visus 3 m			Visus 70 cm			Kontrastiherkkyys		
	OD	OS	OA	OD	OS	OA	OD	OS	OA
Henkilö A	1.0	1.0^{-3}	1.2^{-3}	0.9	0.7	0.9	2,35	2,05	2,35
Henkilö B	0.75^{-2}	1.0^{-3}	1.0^{-2}	0.44^{-3}	0.7^{-2}	0.9^{-4}	1,90	2,05	2,20
Henkilö C	1.2	1.2^{-1}	1.5	1.12	0.56^{-2}	1.4	2,05	2,05	2,05
Henkilö D	1.0	1.0	1.2	0.9	0.9	1.12	2,05	2,05	2,20
Henkilö E	1.5	1.0	1.5^{-1}	1.4	0.9^{-1}	1.4^{-2}	2,20	1,90	2,20
Henkilö F	1.0^{-1}	1.0	1.2	1.12	0.9^{-2}	1.12^{-1}	1,75	2,05	2,20
Henkilö G	1.2^{-1}	1.2	1.5	0.44	0.7^{-1}	1.12	2,05	1,90	2,05

Binokulaarisia kontrastiherkkyksiä mitattaessa lähes kaikki tutkimushenkilöt saavuttivat testin normaalina tuloksena pidetyn mediaaniarvon 2,20. Henkilöillä C ja G tulos oli hieman normaalia heikempi. Monokulaarisesti mitattuna suurimmalla osalla henkilöistä

oikean ja vasemman silmän tulos oli normaalia alempi. Henkilöiden A ja E oikean silmän tulos oli normaali. Viidellä tutkimushenkilöllä seitsemästä oli monokulaarisissa tuloksissa eroja oikean ja vasemman silmän välillä. Henkilöillä C ja D oikealla ja vasemmalla silmällä mitatuissa tuloksissa ei ollut eroja.

5.2 Silmien liikkeet ja stereotesti

Taulukossa 3 on esitetty silmien liikkeitä mittaavien testien tulokset. Konvergenssin lähipisteet on esitelty kuvioissa 12 ja 13. Henkilöiden pupillireaktiot olivat tutkimusten mukaan normaalit. Pupillit reagoivat valoon ja akkommodaation muutokseen symmetrisesti.

Taulukko 3. Silmien liikkeet ja stereotesti.

	Pursuit-liikkeet	Sakkadi-liikkeet	Foriat (horisontaali, prdpt)	Foriat (vertikaali, prdpt)	Stereotesti
Henkilö A	1	epäsymmetriset OD ei liikettä OS hidas liike	4.5 exo	OD 0.5 hyper	40 ''
Henkilö B	1	symmetriset selkeät liikkeet	2 exo	0	140 ''
Henkilö C	2	symmetriset selkeät liikkeet	0	0	50 ''
Henkilö D	3	ei liikettä	3 exo	0	40 ''
Henkilö E	2	symmetriset hitaat liikkeet	0.5 exo	0	40 ''
Henkilö F	1	symmetriset hitaat liikkeet	0	0	40 ''
Henkilö G	1	symmetriset selkeät liikkeet	5 exo	0	80 ''

Pursuitliikkeet: 1 ei pään tai kehon liikettä, ei korjaavia sakkadeita; 2 pää tai keho liikkuu vain vähän, korjaavia sakkadeita; 3 pää tai keho liikkuu jatkuvasti, korjaavia sakkadeita

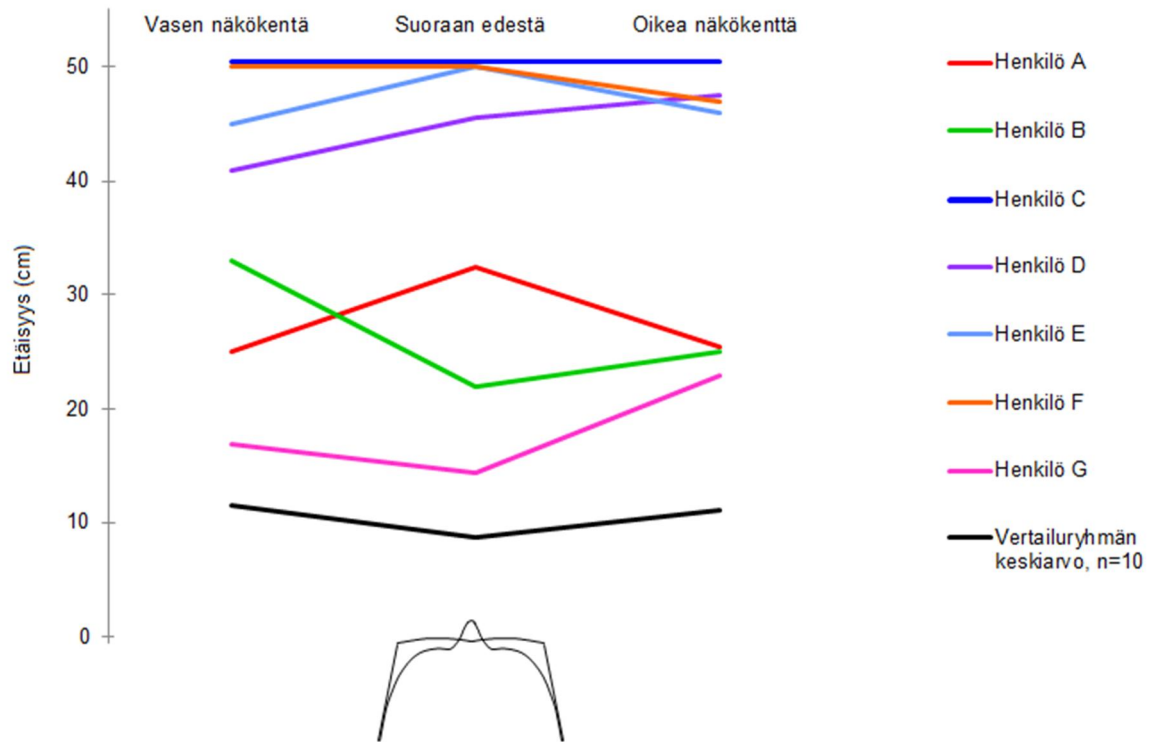
Seitsemästä tutkimushenkilöstä neljällä silmien pursuit-liikkeet olivat normaalit. Heidän päänsä ja kehonsa pysyivät paikallaan, eikä korjaavia sakkadeja esiintynyt testin aikana. Henkilöillä C ja E esiintyi vähäistä pään tai kehon liikettä ja henkilöillä D nämä liikkeet olivat jatkuvia. Lisäksi heillä esiintyi korjaavia sakkadeja. Koko tutkimusjoukolle yhtenäisiä poikkeavia tuloksia ei ollut, koska suurimmalla osalla henkilöistä seuraamisliikkeet olivat normaaleja.

Viiden tutkimushenkilön silmät tekivät pareittain symmetrisiä sakkadi-liikkeitä. Yhden henkilön sakkadit olivat epäsymmetrisiä silmien välillä ja yhdellä niitä ei esiintynyt lainkaan. Sakkadien nopeus vaihteli tutkimushenkilöiden välillä. Yhtenäisenä poikkeavana

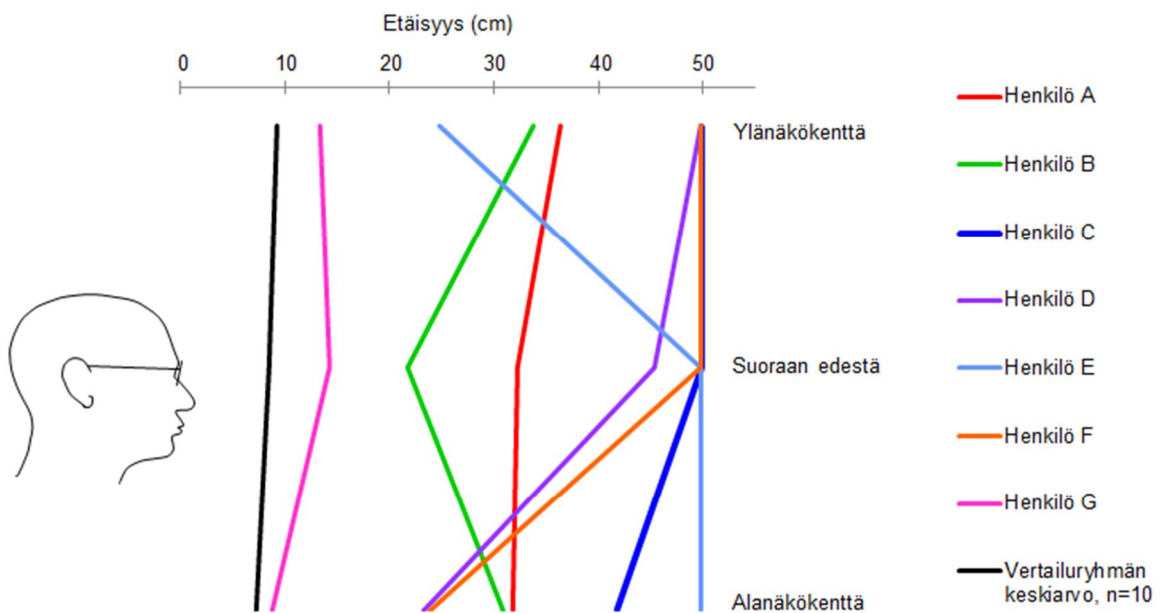
tuloksena voidaan pitää hidastuneita sakkadeita, koska neljällä seitsemästä tutkimushenkilöstä sakkadi-liikkeet olivat hidastuneet tai liikettä ei ollut ollenkaan.

Kaikilla tutkittavista horisontaaliforiatestin tulokset olivat testin mukaisten normaaliarvojen rajoissa. Kahdella testin tulos oli nolla ja muilla exoforian määrä vaihteli 0,5–5 prismadioptrian (prdpt) välillä. Lisäksi yhdellä tutkittavista oli 0,5 prdpt vertikaalisuunnan foriaa. Kaikista tutkimushenkilöistä neljä saavutti Titmuksen testin mukaan normaalia binokulariteettia kuvaavan tuloksen 40” (Saladin 2006: 923).

Mitatuista konvergenssin lähipisteiden arvoista on piirretty kuvat 12 ja 13. Kuviossa 12 on esitetty tulokset vasemmalta oikealle ja kuviossa 13 ylhäältä alas. Tutkimushenkilöiden tulosten lisäksi kuvioissa on vertailuryhmän tulosten muodostamat käyrät. Vertailuryhmän tulos saatiin mittaamalla kymmeneltä satunnaiselta henkilöltä konvergenssin lähipisteiden arvot ja laskemalla niistä keskiarvot. Vertailuryhmän keskiarvo on lähellä riittävän konvergenssin määrää. Kuvioista nähdään, että tutkimushenkilöiden konvergenssin lähipisteet jäävät kaikissa mittaus suunnissa kauemmas kuin vertailuryhmän arvot. Suoraan edestä mitattu konvergenssin määrä jäi kaikilla tutkittavilla vajaaksi riittävään määrään verrattuna. Muista mittaus suunnista saadut tulokset vaihtelivat välillä 9–50 cm. Henkilöllä C testimerkki näkyi kahtena heti 50 cm kohdalla kaikista suunnista mitattuna lukuun ottamatta alanäkökenttää. Näin tapahtui myös henkilöllä D ylänäkökentästä, henkilöllä E suoraan edestä ja alanäkökentästä sekä henkilöllä F suoraan edestä, ylänäkökentästä ja vasemmalta mitattuna. Käytetyllä RAF Ruler -testillä ei voida mitata 50 cm ylittäviä konvergenssin lähipisteiden arvoja.



Kuvio 12. Konvergenssin lähipisteet vasemmalta oikealle.



Kuvio 13. Konvergenssin lähipisteet ylhäältä alas.

5.3 Visuaalisen etsinnän nopeus

Tutkimushenkilöiden visuaalisen haun kynnysajat ja näkökentän painotteisuus havainnoinnin suhteen Letter Search -tietokonetestissä on esitetty taulukossa 4. Näkökentän painotteisuus oikealle tai vasemmalle on määritetty sen perusteella, kummalla puolella oikeita vastauksia oli enemmän 10×10-matriisissa. Tässä tutkimuksessa näkökenttäpainotteisuus oli merkittävää, jos oikeiden vastauksien määrässä oli vähintään kymmenen prosentin ero oikean ja vasemman puolen välillä.

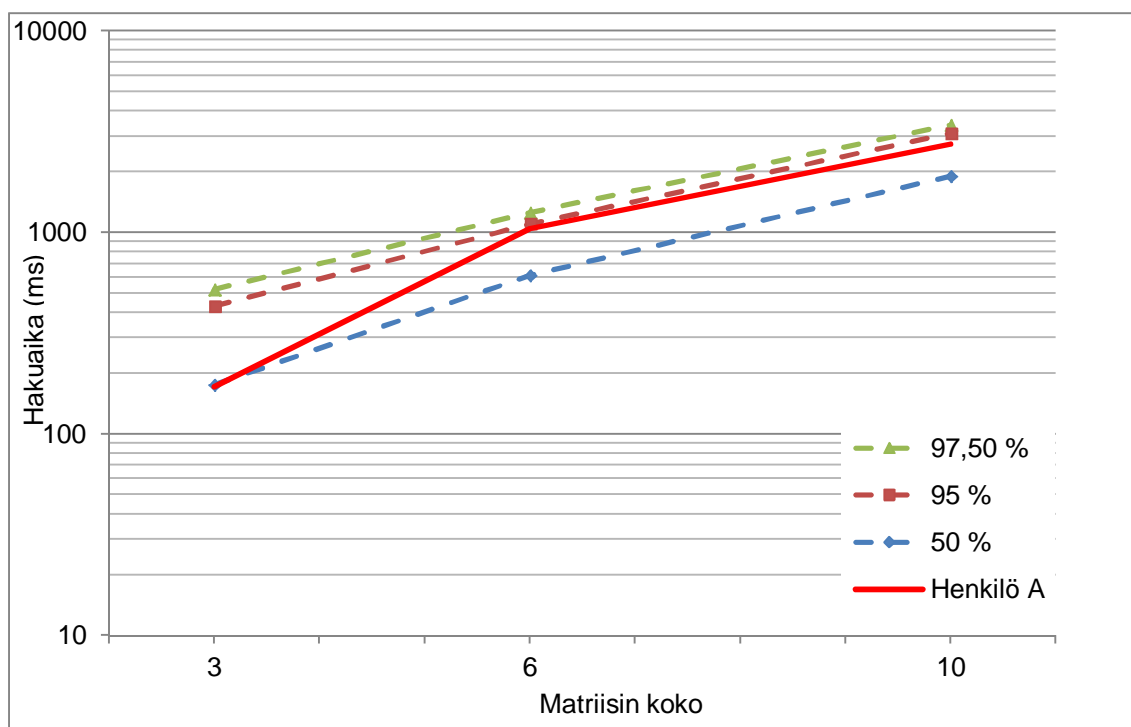
Taulukko 4. Letter Search -tietokonetestin hakuajojen kynnysarvot.

Visuaalisen haun kynnysarvot (ms)				
	3×3	6×6	10×10	Näkökenttäpainotteisuus
Henkilö A	171	1044	2738	oikea *
Henkilö B	400	1798	4016	oikea
Henkilö C	653	3152	8291	vasen
Henkilö D	427	1280	4471	vasen
Henkilö E	114	1028	3320	vasen *
Henkilö F	347	888	2128	vasen *
Henkilö G	764	2899	4978	vasen *

*merkittävä näkökenttäpainotteisuus

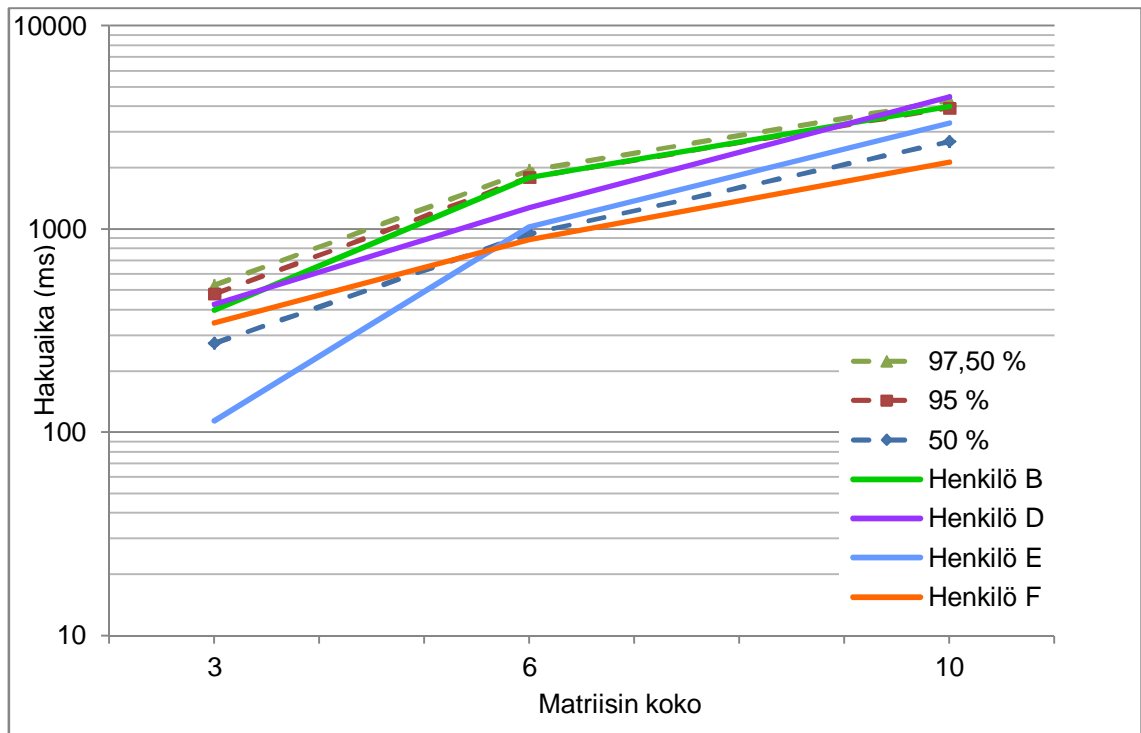
Taulukon 4 hakuajat on esitetty kuvioissa 14, 15 ja 16. Tulokset on luokiteltu ikäryhmitäin 40–49 vuotta, 50–59 vuotta ja 60–69 vuotta. Kuvioissa näkyvät eri ikäryhmien hakuajojen kynnysarvojen normaaliarvot suhteessa erikokoisiin matriiseihin ja tutkimushenkilöiden tulokset. Normaaliarvojen kuvaajat on piirretty Risto Näsänen tutkimusryhmän tutkimustulosten perusteella (Näsänen – Ojanpää – Päällysaho – Poutiainen – Sainio 2004).

Kuviosta 14 nähdään, että henkilön A visuaalinen haku ei ollut hidastunut vastaavaan ikäryhmään verrattuna. 3×3-matriisilla hakuaja oli lähes sama kuin 50 % vastaavan ikäisistä henkilöistä. Suuremmilla matriiseilla visuaalinen haku oli hieman hitaampaa kuin keskimäärin vertailuryhmällä.



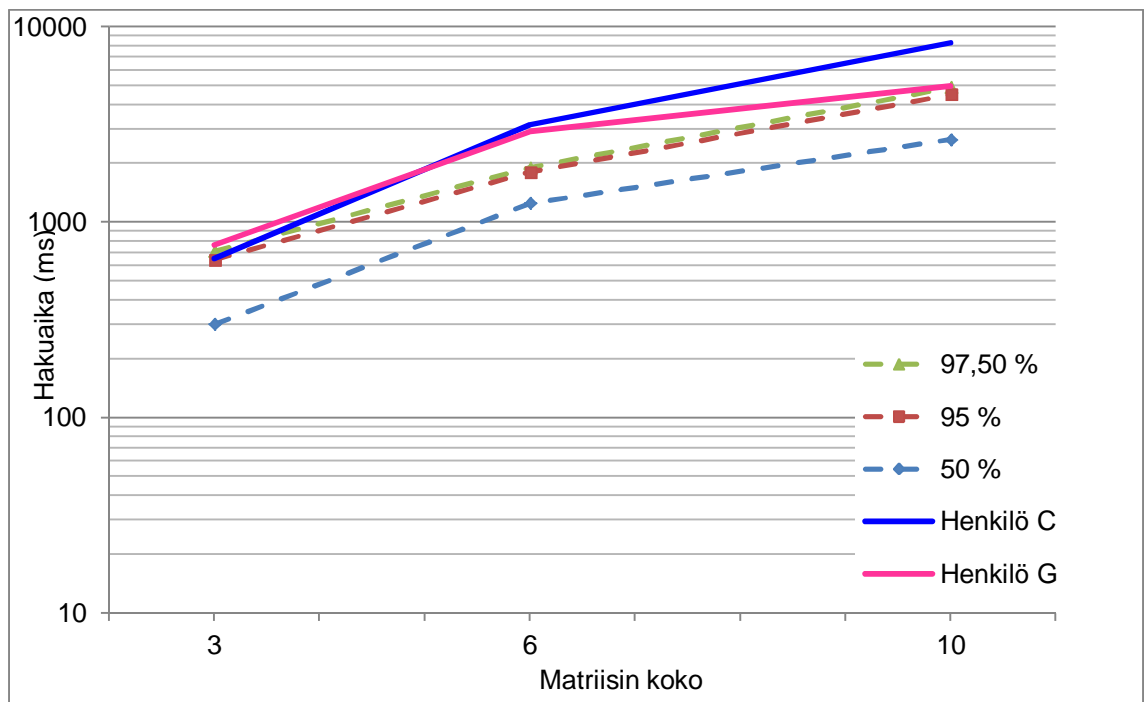
Kuvio 14. Letter Search -tulokset. Ikäryhmä 40–49 vuotta.

Kuviossa 15 on esitetty tutkimushenkilöiden B, D, E ja F visuaalisen haun hakuajat. Henkilöillä B ja D hakuajat olivat hieman keskimääräistä hitaammat kaiken kokoisilla matriiseilla. Kun mitattiin pienimmällä matriisilla, henkilön E haku aika oli keskimääräistä nopeampi. Matriiseilla 6×6 ja 10×10 hänen visuaalinen hakunsa oli keskimääräistä hitaampaa. Henkilön F kohdalla pienimmän matriisin haku aika oli keskimääräistä hitaampi, mutta matriiseilla 6×6 ja 10×10 se oli nopeampi. Vain henkilön D suurimman matriisin haku aika oli hitaampi kuin valtaosalla vertailuryhmästä.



Kuvio 15. Letter Search -tulokset. Ikäryhmä 50–59 vuotta.

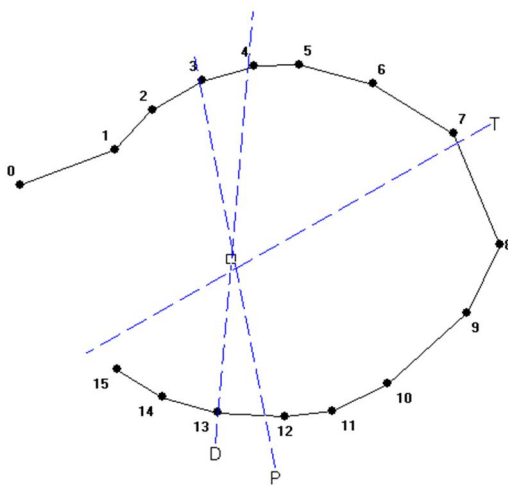
Tutkimushenkilöiden C ja G visuaalisen haun tulokset on esitetty kuviossa 16. Heidän hakuaikojensa kynnyksarvot olivat hitaammat kuin vastaavan ikäisestä vertailuryhmästä saadut arvot.



Kuvio 16. Letter Search -tulokset. Ikäryhmä 60–69 vuotta.

5.4 Värinäkö

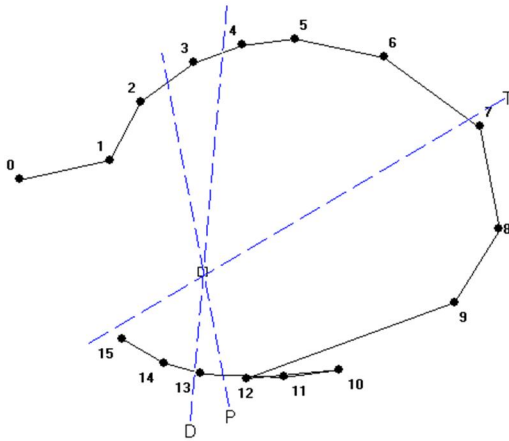
Värinäkötestien vastausten perusteella on piirretty tietokoneohjelmalla kuvaajat, joista voidaan nähdä, onko tutkimushenkilöllä mahdollinen värinäkövika. Jos värinappulat on järjestetty oikeaan järjestykseen, kuvaaja muodostaa yhtenäisen kehän lukujen 0–15 välillä (ks. kuvio 17). Kuvaajassa numero 0 on aloitusvärinappula. Yksittäiset vierekkäisten värinappuloiden sekoittumiset tulkitaan normaaliksi. (Farnsworth D-15 and Lanthony Test Instructions n.d.) Väriheikkouksien akselit on merkitty kuvaajaan kirjaimilla D (deutanomalia), P (protanomalia) ja T (tritanomalia).



Kuvio 17. Normaali värinäkö.

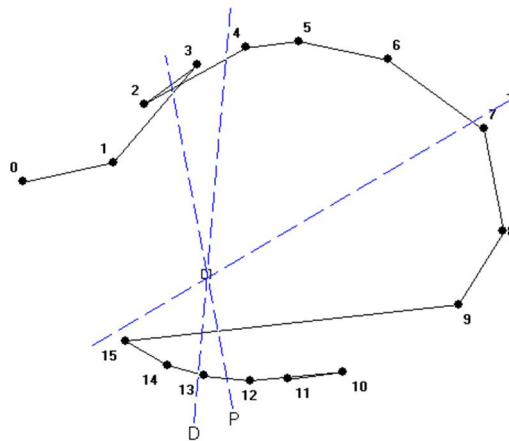
Saturoidun D15-väritestin tulokset olivat normaalit kaikilla tutkimushenkilöillä. Desaturoidun Lanthony-testin tuloksissa oli pieniä eroavaisuuksia henkilöiden oikean ja vasemman silmän välillä. Kuitenkin vain henkilöillä A ja G on testin mukaan mahdollisesti lievää värien erottamisen heikkoutta.

Henkilön A Lanthony-testin tuloksista piirretty kuvaaja näyttää värinappuloiden järjestyksen (ks. kuvio 18). Kuvaajan mukaan henkilöllä on mahdollinen siniheikkous.



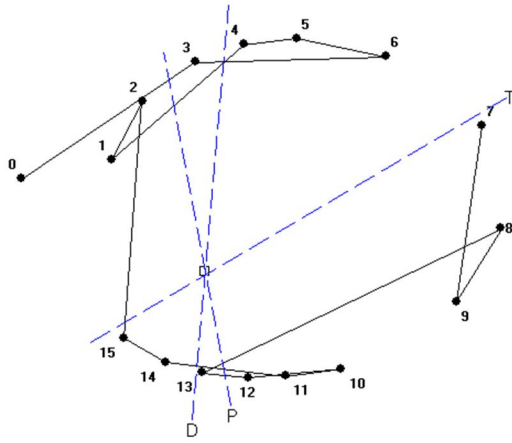
Kuvio 18. Henkilö A. Oikea silmä. Lanthony-testi.

Kuviossa 19 on esitetty henkilön E oikean silmän Lanthony-testin tulos kuvaajana. Jos värinappuloiden järjestys kulkee numeron 9 jälkeen numeroon 15 ja sen jälkeen järjestyksessä numeroon 10, tulos tulkitaan normaaliksi, sillä sävyt 9 ja 15 ovat niin lähellä toisiaan (Farnsworth D-15 and Lanthony Test Instructions n.d.).

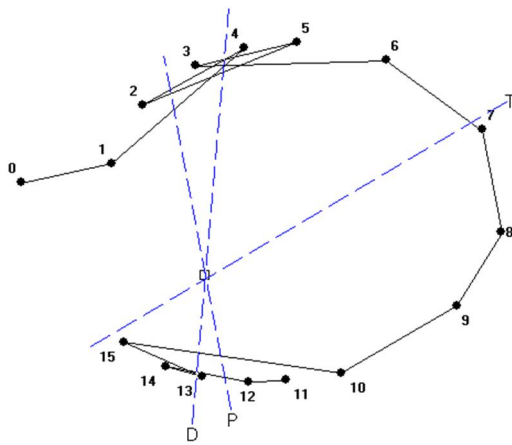


Kuvio 19. Henkilö E. Oikea silmä. Lanthony-testi.

Henkilön G Lanthony-testin tulokset oikealle ja vasemmalle silmälle viittaavat mahdolliseen värien erottamisen heikkouteen. Tuloksista piirretyt kuvaajat on esitetty kuvioissa 20 ja 21. Kuvaajien avulla virhettä ei pystytä luokittelemaan tietyksi väriheikkoudeksi.



Kuvio 20. Henkilö G. Oikea silmä. Lanthony-testi.



Kuvio 21. Henkilö G. Vasen silmä. Lanthony-testi.

6 Johtopäätökset

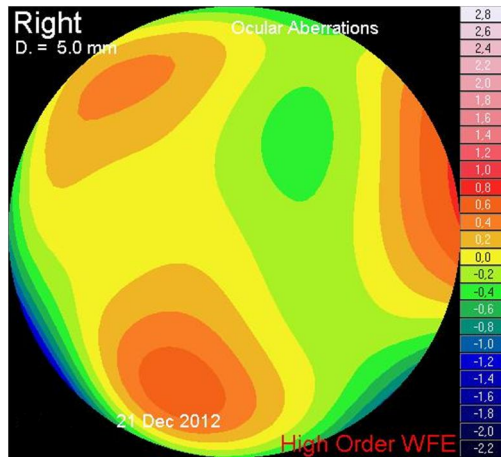
Tähän työhön osallistuneilla Parkinsonin tautia sairastavilla henkilöillä merkittävimmät näköhäiriöt liittyivät konvergenssiin ja muihin silmien liikkeisiin. Muissa testituloksissa ei ollut merkittäviä muutoksia normaaliarvoihin verrattuna. Näin ollen ei voida olettaa, että tauti olisi vaikuttanut esimerkiksi heidän näöntarkkuuksiin tai kontrastinäköön ainakaan taudin tässä vaiheessa, huolimatta kirjallisuudessa mainituista useista Parkinsonin tautiin mahdollisesti liittyvistä näköhäiriöistä. Toisaalta taudille tyypilliset vireystilan ja havaintokyvyn ylläpidon vaihtelut ovat voineet vaikuttaa joihinkin tutkimustuloksiin. Taulukossa 5 (ks. liite 2) on esitetty tutkimushenkilöiden taustatietoja ja subjektiiviset oireet. Näiden oireiden syytä selvitettiin tutkimustulosten avulla. Osaa oireista, kuten näköaistiharhoja ja häikäistymistä, ei ole tutkittu tässä työssä. Näköaistiharhat voivat olla lääkkeiden aiheuttamia haittavaikutuksia (ks. taulukko 1).

Kaikilla tutkimushenkilöillä konvergenssikyky oli merkittävästi heikentynyt. Parkinsonin taudissa dopamiinin säätely häiriintyy, jolloin lihasten motoriikkaa säätelevän tiedon kulku heikentyy. Koska hermosto koordinoi myös silmälihaksia heikosti, tutkimushenkilöiden huonontuneen konvergenssikyvyn voidaan ajatella mahdollisesti johtuvan tiedonkulun häiriöstä. Jokainen tutkimushenkilö kertoi kokevansa lähinäköongelmia. Nämä ongelmat voidaan ainakin osittain selittää konvergenssin vajaatoiminnalla, sillä normaalirajoissa olevat foriatestin tulokset ja suurimmalla osalla lähes normaali stereotestin tulos eivät viittaa lähinäköongelmiin. Toisaalta, jos tutkimushenkilöillä exoforian määrä kasvaa yhtä metriä lyhyemmällä etäisyyksillä ja heidän silmiensä positiivinen suhteellinen konvergenssi ei riitä korjaamaan tätä virheasentoa, lähinäköoireet voisivat ainakin osittain johtua piilokarsastuksesta. Ongelmat lukemisessa tai vastaavassa lähi-työssä voivat johtua myös konvergenssikyvyn vaihtelusta eri katsesuunnissa. Henkilö D kertoi lisäksi, että kohti tulevan liikkuvan kohteen etäisyyden ja nopeuden arviointi on vaikeaa. Jos konvergenssi ei toimi kunnolla, henkilö ei välttämättä hahmota konvergenssikulman muutoksesta aiheutuvaa syvyyden ja etäisyyden vaikutelmaa. Toisaalta taudille tyypillinen liikkeiden ja niiden aloittamisen hitaus voivat myös vaikuttaa kokeemukseen liikkuvan kohteen etäisyydestä ja nopeudesta.

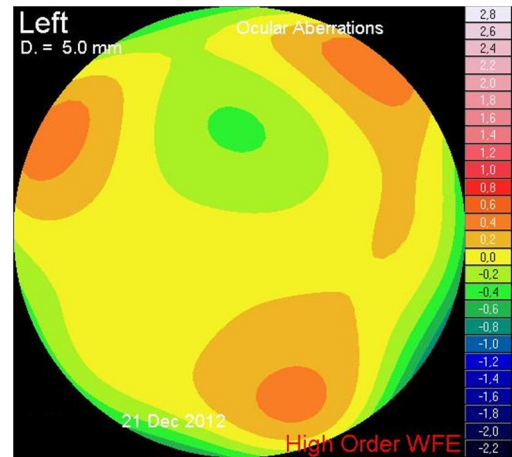
Visuaalisen etsinnän nopeudet olivat normaalirajoissa suurimmalla osalla tutkimushenkilöistä. Henkilöiden C ja G hakuajat olivat hitaammat ikäviiteaineistoon verrattuna kaikilla testimatriiseilla. Henkilöillä A, B, C, D ja E sakkadi-liikkeitä vaativassa 10×10-matriisissa visuaalinen haku oli hidastunut suhteellisesti enemmän kuin heitä vastaavil-

la ikäryhmillä. Taudille tyypillinen lihastoiminnan hitaus on voinut jossain määrin vaikuttaa myös silmälihasten toimintaan. Koska pienimmällä matriisilla, jolla silmiä ei tarvitse liikuttaa, ajat eivät suurimmalla osalla hidastuneet, Parkinsonin tauti ei ole vaikuttanut visuaalisen tiedon siirron nopeuteen. Kaikille tutkimushenkilöille yhteiset lähinäköongelmat voivat osittain johtua hidastuneista tai epänormaaleista sakkadeista. Vaikka henkilöllä D silmien sakkadit eivät olleet normaalit, hänen visuaalinen hakunopeutensa oli lähes normaali. Tutkimuksia tehdessä havaittiin, että hän on oppinut korvaamaan puutteelliset sakkadit ja pursuit-liikkeet päättään liikuttamalla. Henkilö E koki, että hänen silmänsä rasittuvat autolla ajaessa, kun katse siirtyy usein taustapeiliin ja takaisin suoraan eteenpäin. Henkilöt F ja G puolestaan kertoivat television katselun olevan toisinaan raskasta. Jos sakkadin käynnistävä signaali on hidastunut, pitkäkestoiset toistuvat silmien liikkeet voidaan kokea raskaiksi. Vastaavan kokemuksen voi aiheuttaa myös hidastuneiden sakkadien painottuminen näkökentän toiselle puolelle, kuten henkilöillä A, E ja F. Tämän tutkimuksen perusteella ei kuitenkaan voida varmasti sanoa, johtuvatko mainitut ongelmat Parkinsonin taudista tai siihen käytettävästä lääkityksestä.

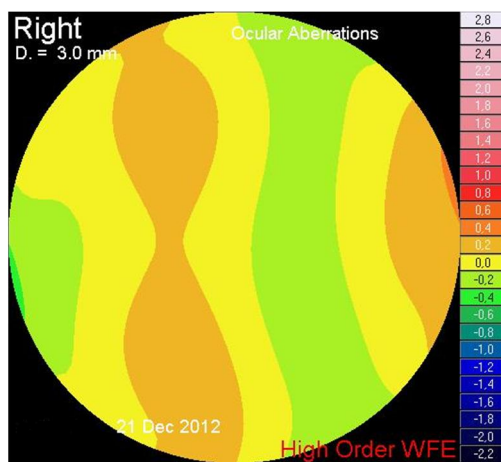
Tutkimushenkilöistä kaikki, lukuun ottamatta henkilöä B, saavuttivat normaalit binokulaariset näöntarkkuudet kauas ja lähelle. Näin ollen heidän kohdallaan Parkinsonin tauti ei ole oletettavasti vaikuttanut näöntarkkuuksiin. Henkilön B binokulaariset visukset ja monokulaariset visuserot sekä kauas että lähelle voidaan ainakin osittain selittää silmien optisilla kuvautumisvirheillä. Kuvautumisvirheet on esitetty kuvaajina ja taulukoina (ks. kuviot 22–29). Oikean silmän aberraatiokuvissa on suurempia voimakkuusvaihteluja kuin vasemman silmän kuvissa sekä isommilla että pienemmillä pupilleilla (ks. kuviot 22, 23, 24 ja 25). Myös kuvautumisvirheet ovat voimakkaampia oikeassa kuin vasemmassa silmässä (ks. kuviot 26 ja 27). Lisäksi oikean ja vasemman silmän korkean taaajuuden kontrastiherkkydet poikkeavat toisistaan. Tämä optisten ominaisuuksien vaikutus kontrastiherkkyteen näkyy kuvioissa 28 ja 29.



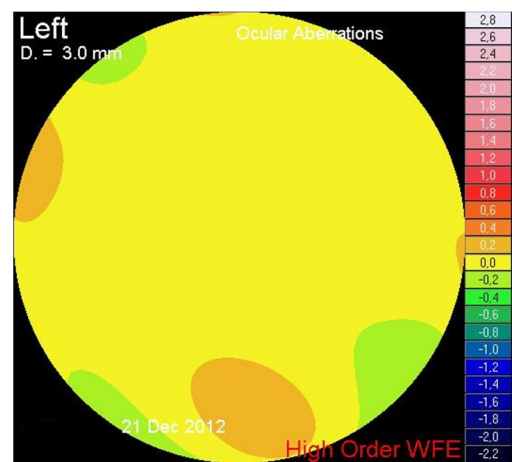
Kuvio 22. Oikea silmä. 5 mm pupilli.








Kuvio 23. Vasen silmä. 5 mm pupilli.








Kuvio 24. Oikea silmä. 3 mm pupilli.



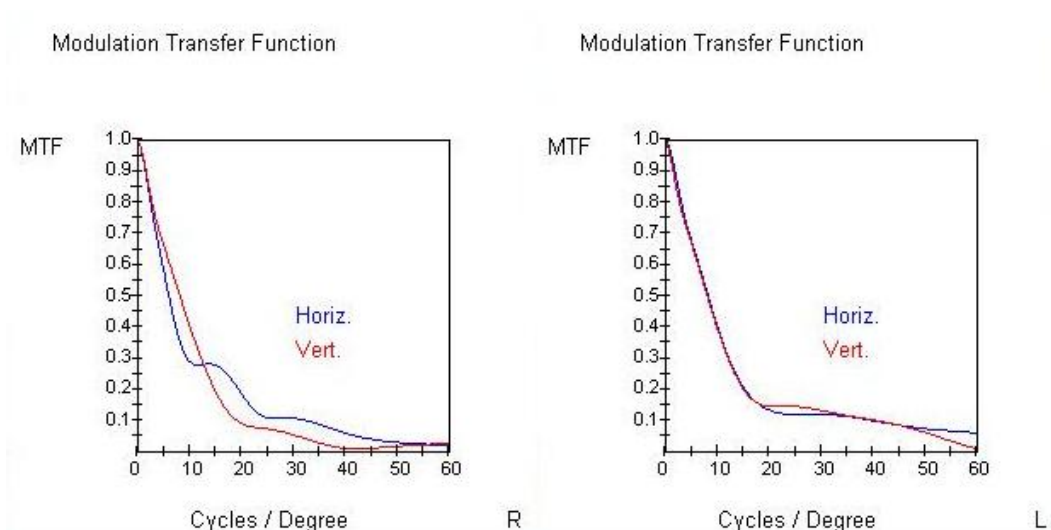
Kuvio 25. Vasen silmä. 3 mm pupilli.

	Description	Value	Right eye - Range = 2,09
Z(0,0)	Piston	0,00 μm	
Z(1, \pm 1)	Tilt	1,24 μm @ 74°	
Z(2, \pm 2)	Astigmatism	1,30 μm @ 86°	
Z(2,0)	Defocus	7,07 μm	
Z(3, \pm 3)	Trefoil	0,22 μm @ 75°	
Z(3, \pm 1)	Coma	0,20 μm @ 219°	
Z(4, \pm 4)	Tetrafoil	0,05 μm @ 43°	
Z(4, \pm 2)	Astigmatism II	0,06 μm @ 84°	▮
Z(4,0)	Sph. Aberration	0,15 μm	
Z(5, \pm 5)	Pentafoil	0,01 μm @ 11°	
Z(5, \pm 3)	Trefoil II	0,06 μm @ 116°	▮
Z(5, \pm 1)	Coma II	0,03 μm @ 210°	
Z(6, \pm 6)	Hexafoil	0,02 μm @ 31°	
Z(6, \pm 4)	Tetrafoil II	0,02 μm @ 89°	
Z(6, \pm 2)	Astigmatism III	0,01 μm @ 88°	
Z(6,0)	Sph. Aberration II	0,05 μm	▮
Z(7, \pm 7)	Heptafoil	0,01 μm @ 10°	
Z(7, \pm 5)	Pentafoil II	0,01 μm @ 18°	
Z(7, \pm 3)	Trefoil III	0,01 μm @ 38°	
Z(7, \pm 1)	Coma IV	0,01 μm @ 140°	

Kuvio 26. Kuvautumisvirheet. Oikea silmä.

	Description	Value	Left eye - Range = 2,33
Z(0,0)	Piston	0,00 μm	
Z(1, \pm 1)	Tilt	1,28 μm @ 73°	
Z(2, \pm 2)	Astigmatism	1,09 μm @ 105°	
Z(2,0)	Defocus	6,97 μm	
Z(3, \pm 3)	Trefoil	0,16 μm @ 104°	
Z(3, \pm 1)	Coma	0,13 μm @ 291°	
Z(4, \pm 4)	Tetrafoil	0,05 μm @ 1°	
Z(4, \pm 2)	Astigmatism II	0,03 μm @ 118°	
Z(4,0)	Sph. Aberration	0,17 μm	
Z(5, \pm 5)	Pentafoil	0,05 μm @ 39°	
Z(5, \pm 3)	Trefoil II	0,02 μm @ 12°	
Z(5, \pm 1)	Coma II	0,02 μm @ 49°	
Z(6, \pm 6)	Hexafoil	0,03 μm @ 20°	
Z(6, \pm 4)	Tetrafoil II	0,01 μm @ 88°	
Z(6, \pm 2)	Astigmatism III	0,03 μm @ 85°	
Z(6,0)	Sph. Aberration II	0,08 μm	▮
Z(7, \pm 7)	Heptafoil	0,01 μm @ 19°	
Z(7, \pm 5)	Pentafoil II	0,02 μm @ 48°	
Z(7, \pm 3)	Trefoil III	0,01 μm @ 43°	
Z(7, \pm 1)	Coma IV	0,00 μm @ 79°	

Kuvio 27. Kuvautumisvirheet. Vasen silmä.



Kuvio 28. Kontrastiherkkyys. Oikea silmä. Kuvio 29. Kontrastiherkkyys. Vasen silmä.

Oikeassa silmässä kontrastiherkkyys vaihtelee vierekkäisillä paikkataajuuksilla, mikä voi selittää erilaisen optotyyppien tunnistamisen silmien välillä. Myöskään henkilön B kohdalla ei voida olettaa Parkinsonin taudin vaikuttaneen näöntarkkuuksiin. Muilla henkilöillä visuserot oikean ja vasemman silmän välillä eivät täysin selity Zeiss i.Profiler -mittauksilla. Näöntarkkuuksiin ovat voineet vaikuttaa esimerkiksi taudille tyypillinen tilanvaihtelu, moniteholinssien optiikka ja hetkellinen kyynelfilmin hajoaminen.

Hyvistä binokulaarisista kontrastiherkkyysarvoista päätellen Parkinsonin tauti ei ole vaikuttanut tutkimushenkilöiden kontrastinäköön. Tästä päätellen anamneesissa esille tulleet ongelmat hämäränäössä eivät johdu kontrastinäön heikentymisestä. Tutkimushenkilöistä C ja G eivät saavuttaneet normaalia binokulaarista kontrastiherkkyttä. Tämän lievästi häiriintynyt neuraalisen signaalin kulku ei kuitenkaan välttämättä johdu Parkinsonin taudista, vaan se voi olla osa normaalia ikääntymistä. Ryhmäkeskustelutlaisuudessa tutkimushenkilöiltä kysyttiin, onko heidän vaikea erottaa portaiden askelmia. Tällä pyrittiin selvittämään mahdollisesta kontrastiherkkyden alentumisesta aiheutuneita käytännön ongelmia. Henkilö D kertoi, että portaiden kulkeminen alaspäin on epävarmaa. Mittaustulosten perusteella tämä epävarmuus ei luultavasti johdu kontrastiherkkyden alentumisesta. Toisaalta Bulensin ym. mukaan taudista mahdollisesti aiheutuvia kontrastiherkkyden ongelmia voidaan saada lievennettyä Levodopan avulla (Bulens ym. 1987: 365-369). Näin ollen ei voida sanoa, onko tauti aiheuttanut kontrastiherkkyden alentumista, jonka käytössä oleva Parkinson-lääkitys korjaa, tai onko alentumista ylipäätään tapahtunut. Kuivasilmäisyyden oireet puolestaan voivat selittää ongelmia ainakin osittain. Henkilön F kontrastiherkkyksiä mitattaessa oikean silmän

tulos (1,75) jäi selvästi alhaisemmaksi kuin vasemman silmän tulos. Oikean silmän matala tulos saattaa johtua siitä, että ensimmäistä kertaa testiä tehdessä henkilö saattoi luovuttaa liian herkästi. Tuloksen varmistamiseksi testin olisi voinut uusia oikealle silmälle toisella taululla.

Tässä työssä tarkasteltujen artikkeleiden perusteella Parkinsonin tautia sairastavilla ei ole merkittävää värinäön heikkoutta. Artikkeleiden tutkimusten mukaan Parkinson-potilaiden tekemät värinäkötestien virheet olivat sinisellä tai vihreällä akselilla. (Regan ym. 1998: 3427-3431; Pieri ym. 2000: 7-11.) Tämän työn tulosten perusteella henkilöiden värinäkö oli normaali, huolimatta lievästä värien erottelukyvyn epävarmuudesta. Tutkimushenkilön A mahdollinen lievä väriheikkous olisi mainitulla sinisellä akselilla. Toisaalta hyvät värinäkötestien tulokset voivat johtua myös siitä, että tutkimushenkilöillä tauti ei ole edennyt vielä siihen vaiheeseen, jossa värinäköongelmia alkaa tyypillisesti esiintyä (Müller ym. 2002: 256-260).

7 Pohdinta

Tämän työn tarkoitus oli tutkia, onko Parkinsonin tauti aiheuttanut tautia sairastaville henkilöille näköhäiriöitä. Väestön ikääntymisen myötä Parkinsonin tautia sairastavien henkilöiden määrän oletetaan kasvavan Suomessa. Parkinsonin tauti ja muut vastaavat neurologiset sairaudet vaikuttavat asiakkaan elämään kokonaisvaltaisesti. Tämän ymmärtäminen on optikoille tärkeää, kun määritellään asiakkaalle parhaimpia mahdollisia näköratkaisuja. Kirjallisuudessa esitettyjen tutkimustulosten perusteella odotettiin, että tutkimukseen osallistuvilla henkilöillä olisi useita eri näköongelmia. Normaalista poikkeavia tuloksia esiintyi odotettua vähemmän. Tutkimushenkilöitä yhdistäviä tekijöitä olivat lähinäköongelmat ja konvergenssin vajaatoiminta. Lähes kaikki henkilöt kertoivat kokevansa lähityöskentelyn moniteholaseilla hankalaksi. Tämä saattaa johtua siitä, että moniteholinsseissä lukuosa sijaitsee nasaalisesti kaukopisteeseen nähden. Mikäli asiakkaan konvergointikyky on heikentynyt, hän ei välttämättä pysty käyttämään moniteholinsien lähinäköalueita tarkoituksenmukaisesti. Tällaisessa tilanteessa voitaisiin pohtia yhdessä asiakkaan kanssa, olisivatko kaksiteholasit tai erilliset lukulasit mahdollisella kanta sisään -prismakorjauksella parempi vaihtoehto. Moniteholinsseistä voi löytää mahdollisesti toimiva ratkaisu linssityypeistä, joista voi valita suoran progressiokanavan. Lisäksi optikko voi ohjata asiakasta valitsemaan sellaisen työskentelyetäisyyden, joka on riittävä konvergenssiin nähden. Apuvälineiden, kuten viivoittimen, käyttö lukiessa voi auttaa asiakasta seuraamaan paremmin tekstiä. Motorisen toiminnan ylläpitäminen liikunnan avulla on erittäin tärkeää Parkinsonin tautia sairastaville. Näin ollen myös silmien lihasten kuntouttamista ortooptisilla harjoitteilla voisi harkita. Vaikka harjoitteista ei olisikaan mitattavissa olevaa hyötyä, jo yhden asiakkaan mahdollinen subjektiivisten oireiden väheneminen on merkittävää. Tämä olisi hyvin tärkeää erityisesti työikäisillä henkilöillä. Lähes jokaisella tutkimushenkilöllä oli kuivasilmäisyyden oireita, kuten roskantunne ja silmien voimakas vuotaminen. Kuivasilmäisyys voi osaltaan aiheuttaa tutkimushenkilöiden kokemaa ja teoriaosuudessa mainittua näön hämärtymistä. Näihin oireisiin optikot voisivat suositella kostutustippoja.

Tutkimusjoukko koostui seitsemästä työikäisestä Parkinsonin tautia sairastavasta henkilöstä. Taudin diagnosista oli kulunut yhdestä seitsemään vuotta. Pienen otannan vuoksi tuloksia ei voida yleistää, vaan aihetta pitäisi tutkia suuremmalla tutkimusjoukolla. Tutkimustuloksiin pyrittiin suhtautumaan kriittisesti ja niitä arvioitiin eri näkökulmista. Ennen testien aloittamista tutkimushenkilöille laitettiin silmiin kostutustipat, jotta kuivan silmän oireet eivät vääristäisi tuloksia. Olosuhteet pyrittiin myös vakioimaan niin, että

tutkimustila ja käytettävät välineet olivat kaikissa tutkimuksissa samat. Tuloksiin on voinut kuitenkin vaikuttaa se, että tutkimuksia teki kolme eri henkilöä. Tämä on voinut osaltaan vaikuttaa tutkijan havainnointiin perustuviin tutkimustuloksiin. Lisäksi tulokset eivät suoraan kerro, johtuvatko mahdolliset muutokset tai oireet näkemisessä Parkinsonin taudista, siihen käytettävästä lääkityksestä vai normaaliin ikääntymiseen liittyvistä muutoksista. Taudille tyypillinen vireystilan vaihtelu on voinut vaikuttaa hetkellisesti tuloksiin. On muistettava, että tutkimustulokset ovat tietyllä hetkellä saavutettuja mittausarvoja eivätkä ne näin ollen täysin kerro näkemisen laadusta tai katselumukavuudesta arkielämässä. Myös taudin edetessä näkemisen tila ja oireet voivat muuttua.

Tehtäviä testejä valittaessa oli mietittävä tarkkaan, mitä kaikkea voidaan tutkia. Valittujen testien suorittamiseen kului aikaa tutkimushenkilöstä riippuen yhdestä ja puolesta tunnista kahteen tuntiin. Tutkimustilanne haluttiin pitää riittävän kevyenä ja lyhyenä, jotta tutkijoiden ja tutkittavien keskittymiskyky pysyisi mahdollisimman vakiona koko tutkimustilanteen ajan. Työn rajaamiseksi perusteellista refraktiota tai täsmällisiä forioiden ja fuusionaalisten reservien mittauksia ei tehty. Refraktion sijaan tehtiin objektiivinen silmien taittovirheen mittaus Zeiss i.Profiler -laitteella ja verrattiin sitä henkilön käyttämien silmälasien voimakkuuksiin. Kaikkia tutkimushenkilöiden subjektiivisia oireita, kuten näköaistiharhoja ja häikäistymistä ei myöskään tutkittu. Parkinson-lääkkeiden haittavaikutuksina mainittujen näköaistiharhojen tutkiminen ja arvioiminen eivät kuulu optikon ydinosaamisalueeseen.

Onnistuimme tavoitteessamme esitellä lähdemateriaalin ja omien tutkimustemme avulla Parkinsonin taudin mahdollisesti aiheuttamia näköhäiriöitä optikoille. Työmme lisää myös Parkinsonin tautia sairastavien tietämystä mahdollisista näköhäiriöistä. Ryhmäkeskustelu Parkinson-yhdistyksen tiloissa onnistui hyvin ja siitä on ollut myöhemmin hyötyä myös muille yhdistyksen jäsenille, sillä keskustelu näköhäiriöistä jatkui järjestämämme tapaamisen jälkeenkin. Teoriaosuuden kirjoittamisen ja tutkimusten välille olisi kannattanut varata enemmän aikaa, jotta olisimme voineet pohtia perusteellisemmin testien valintaa ja toteutusta. Osa testeistä olisi ollut hyvä suorittaa myös lukuetaisytydeltä, koska tutkimushenkilöiden näköongelmat painoutuivat lähinäköön. Nämä olivat kuitenkin sellaisia näkemisen osa-alueita, joita pystyimme pohtimaan tarkemmin vasta testien suorittamisen jälkeen. Koimme haasteelliseksi tutkijan havainnointiin perustuvat testit, koska niissä tulos ei ollut numeerisesti luettavissa, vaan se määräytyi tutkijan objektiivisen tulkinnan mukaan. Haasteista huolimatta onnistuimme mielestämme hyvin

esimerkiksi refleksinomaisten sakkadien ja myötäseuraavien silmien liikkeiden arvioinnissa.

Syvällisempää tietoa aiheesta saataisiin, jos keskityttäisiin johonkin tiettyyn osa-alueeseen laajemmin. Jatkotutkimuksissa voitaisiin tarkastella esimerkiksi lähinäköä tai värinäköä. Tarkempaan lähinäön tutkimiseen liittyisivät muun muassa kattavat forioiden ja fuusionaalisten reservien mittaukset. Värinäöstä saataisiin tarkempaa tietoa Farnsworth-Munsell 100 värisävyä -testillä. Myös ortoptisten harjoitteiden tehokkuus konvergenssikyvyn parantamiseksi olisi mielenkiintoinen tutkimuksen aihe. Lisäksi voisi olla hyödyllistä tutkia Parkinson-potilaiden näkökokemuksia erilaisilla linssivaihtoehdoilla.

Lähteet

Aquilonius, Sten-Magnus 2008. Tieto ja diagnoosi. Teoksessa Schenkmanis, Ulf (toim.) Parkinsonin tauti. Salonen, Sirkka (suom.). WSOY. 9-12.

Atula, Sari 2011. Parkinsonin tauti. Lääkärikirja Duodecim. Verkkodokumentti. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00055>. Luettu 7.12.2012.

Bailey, Ian L. 2006. Visual Acuity. Teoksessa Benjamin William J. (toim.): Borish's Clinical Refraction. Second edition. St. Louis, Missouri. Butterworth-Heinemann Elsevier. 217-246.

Birch, Jennifer 1993. Diagnosis of Defective Colour Vision. Oxford. Butterworth-Heinemann.

Bulens, C. – Meerwaldt, J.D. – Van der Wildt, G.J. – Van Deursen, J.B.P. 1987. Effect of levodopa treatment on contrast sensitivity in Parkinson's disease. *Annals of neurology*. 22 (3). 365-369.

Crawford, Trevor – Goodrich, Susan – Henderson, Leslie – Kennard, Christopher 1989. Predictive responses in Parkinson's disease: manual keypresses and saccadic eye movements to regular stimulus events. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 52 (9.) 1033-1042.

Daum, Kent M. – McCormack, Glen L. 2006. Fusion and Binocularity. Teoksessa Benjamin William J. (toim.): Borish's Clinical Refraction. Second edition. St. Louis, Missouri. Butterworth Heinemann Elsevier. 145-191.

Dorsey, E. R. – Constantinescu, R. – Thompson, J. P. – Biglan, K. M. – Holloway, R. G. – Kieburtz, K. – Marshall, F. J. – Ravina, B. M. – Schifitto, G. – Siderowf, A. – Tanner, C. M. 2007. Projected number of people with Parkinson disease in the most populous nations, 2005 through 2030. *Neurology*. 68. 384-386.

Elliott, David B. 2006. Contrast Sensitivity and Glare Testing. Teoksessa Benjamin William J. (toim.): Borish's Clinical Refraction. Second edition. St. Louis, Missouri. Butterworth-Heinemann Elsevier. 247-288.

Farnsworth D-15 and Lanthony Test Instructions n.d. Käyttöohje. Rev 1.7 (05/06). Albuquerque: Richmond Products Inc.

Fimea 2013a. Valmisteyhteenvetot ja pakkausselosteet. Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus. Verkkodokumentti. <<http://spc.fimea.fi/indox/nam/html/nam/humspc/2/584432.pdf>>. Luettu 18.2.2013.

Fimea 2013b. Valmisteyhteenvetot ja pakkausselosteet. Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus. Verkkodokumentti. <<http://spc.fimea.fi/indox/nam/html/nam/humspc/4/1588564.pdf>>. Luettu 18.2.2013.

Fogelholm, Rainer 2005. Neurologiset sairaudet väestön ikääntyessä. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkodokumentti. <<http://www.hus.fi/default.asp?path=1,32,660,548,2718,4909,5008>>. Luettu 7.12.2013.

Glaser, Joel S. 1999. Neuro-ophthalmologic Examination: General Considerations and Special Techniques. Teoksessa Glaser, Joel S. (toim.): Neuro-ophthalmology. Third Edition. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 51-74.

Grosvenor, Theodor 2007. Primary Care Optometry. Fifth edition. Missouri: Butterworth-Heinemann Elsevier.

Heikkinen, Esko 2012. Parkinsonin tauti ja silmät. Parkkis 2/2012. 14. Vuosikerta. 4–5.

Hodgson, Timothy L. – Dittrich, Winand H. – Henderson, Leslie – Kennard Christopher 1999. Eye movements and spatial working memory in Parkinson's disease. Neuropsychologia 37 (8.) 927-938.

How the Eye Works 2013. Holbert & Associates. Verkkodokumentti. <<http://holbert.com/anatomy-of-the-eye/>>. Luettu 21.3.2013.

Kaakkola, Seppo 2011. Parkinsonin tauti. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. Verkkodokumentti. <http://www.terveysportti.fi/dtk/ltk/koti?p_haku=parkinsonin%20tauti>. Luettu 10.3.2012.

Keränen, Tapani – Marttila, Reijo 2002. Parkinsonin taudin lääkehoito. Tampere: Uusi Kivipaino Oy.

Kuopio, Anne-Maria 2000. Kirurginen hoito. Teoksessa Rinne, Urpo K. – Marttila, Reijo – Pasila, Arja (toim.) Parkinsonin tauti: oireet, erityisongelmat, hoito ja kuntoutus. Lauttapaino Oy. 26-28.

Käypä hoito -suositus 2010. Parkinsonin tauti. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologisen Yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Verkkodokumentti. <http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dtk/ltk/koti?p_haku=parkinson>. Luettu 7.12.2012.

Leigh, R. John – Daroff, Robert B. – Troost, B. Todd 1999. Supranuclear Disorders of Eye Movements. Teoksessa Glaser, Joel S. (toim.): Neuro-ophthalmology. Third Edition. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 345-368.

Lepore, Frederck E. 2006. Parkinson's Disease and Diplopia. Neuro-Ophthalmology 30 (2-3). 37-40.

Lääkeinfo.fi n.d.a. Nimihaku. Lääketietokeskus. Verkkodokumentti. <http://www.laakeinfo.fi/Medicine.aspx?m=654&i=ORION+PHARMA_ELDEPRYL>. Luettu 18.2.2013.

Lääkeinfo.fi n.d.b. Nimihaku. Lääketietokeskus. Verkkodokumentti. <http://www.laakeinfo.fi/Medicine.aspx?m=634&d=21899&i=ORION+PHARMA_COMT_ESS_Comtess+200+mg+tabletti>. Luettu 18.2.2013.

Lääkeinfo.fi n.d.c. Nimihaku. Lääketietokeskus. Verkkodokumentti. <http://www.laakeinfo.fi/Medicine.aspx?m=10583&d=25953&i=ORION+PHARMA_STALEVO>. Luettu 18.2.2013.

Marttila, Reijo 2000a. Parkinsonin taudin historia. Teoksessa Rinne, Urpo K. – Marttila, Reijo – Pasila, Arja (toim.) Parkinsonin tauti: oireet, erityisongelmat, hoito ja kuntoutus. Lauttapaino Oy. 4-5.

Marttila, Reijo 2000b. Parkinsonin taudin kulku. Teoksessa Rinne, Urpo K. – Marttila, Reijo – Pasila, Arja (toim.) Parkinsonin tauti: oireet, erityisongelmat, hoito ja kuntoutus. Lauttapaino Oy. 16-17.

Marttila, Reijo – Atula, Sari – Heikkinen, Esa – Jaakkola, Marja-Riitta – Jousilahti, Pekka – Keränen, Tapani – Martikainen, Kirsti – Pekkonen, Eero – Sotaniemi, Kyösti 2010. Parkinsonin tauti. Lääkärikirja Duodecim. Verkkodokumentti. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=hoi50042> Luettu 7.12.2012.

Meister, Darryl – Thibos Larry 2010. i.Scription by Zeiss: Setting the New Standard of Vision Correction. Carl Zeiss Vision. 1-8.

Michell, A. W. – Xu, Z. – Fritz, D. – Lewis, S. J. G. – Foltynie, T. – Williams-Gray, C. H. – Robbins, T. W. – Carpenter, R. H. S. – Barker, R. A. 2007. Saccadic latency distributions in Parkinson's disease and the effects of l-dopa. *Experimental Brain Research* 174 (1). 7-18.

Mieli, Giuseppe – Tassorelli, Cristina – Martignoni, Emilia – Pacchetti, Claudio – Bruggi, Patrizia – Magri, Marco – Nappi, Giuseppe 1991. Disordered pupil reactivity in Parkinson's disease. *Clinical Autonomic Research* 1 (1). 55-58.

Müller, T. – Woitalla, D. – Peters, S. – Kohla, K. – Przuntek, H. 2002. Progress of visual dysfunction in Parkinson's disease. *Acta Neurologica Scandinavica* 105. 256-260.

Neuro näkötestit 2008a. Kontrastiherkkyys. Epilepsiasäätiön tutkimuskeskus. Helsinki.

Neuro näkötestit 2008b. Binokulaarinäkö. Epilepsiasäätiön tutkimuskeskus.

Newman, James M. 2006. Analysis, Interpretation, and Prescription for the Ametropias and Heterophorias. Teoksessa Benjamin William J. (toim.): *Borish's Clinical Refraction*. Second edition. St. Louis, Missouri. Butterworth-Heinemann Elsevier. 963-1025.

Näsänen Risto 2012a. LCS CHART a letter contrast sensitivity test. Nasanen.info. Verkkodokumentti. <<http://nasanen.info/LcsChartWebPage.html>>. Luettu 20.12.2012.

Näsänen Risto 2012b. LetterSearch2 Instructions. Nasanen.info. Verkkodokumentti. <<http://nasanen.info/LetterSearch2Instructions.html>>. Luettu 14.1.2013.

Näsänen, Risto – Kaukiainen, Ari – Hero, Ville – Päällysaho, Juha – Müller, Kiti – Hari, Riitta – Akila, Ritva – Sainio, Markku 2005. Effects of long-term occupational solvent exposure on contrast sensitivity and performance in visual search. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 19 (3). 497-504.

Näsänen, R. – Ojanpää, H. – Päällysaho, J. – Poutiainen, E., Sainio, M. 2004. Letter search test - normal values for different age groups. Konferenssiesitys. ECVF 2004, Budapest. *Perception*, 33. Supplement, 129.

Ojanpää, Helena – Näsänen, Risto – Päällysaho, Juha – Akilab, Ritva – Müller, Kiti – Kaukiainen, Ari – Sainio, Markku 2006a. Visual search and eye movements in patients with chronic solvent-induced toxic encephalopathy. *Neuro Toxicology* 27 (6). 1013-1023.

Ojanpää, Helena 2006b. Visual search and eye movements: Studies of perceptual span. Väitöskirja. University of Helsinki. Department of Psychology. Finnish Graduate School of Neuroscience. Finnish Institute of Occupational Health.

Oksanen, Aulikki 2000. Toimintaterapia. Teoksessa Rinne, Urpo K. – Marttila, Reijo – Pasila, Arja (toim.) Parkinsonin tauti: oireet, erityisongelmat, hoito ja kuntoutus. Louttapaino Oy. 35-38.

Pease, Paul L. 2006. Color Vision. Teoksessa Benjamin William J. (toim.): Borish's Clinical Refraction. Second edition. St. Louis, Missouri. Butterworth-Heinemann Elsevier. 289-346.

Pelli, D. G., Robson, J. G., Wilkins, A. J. 1988. The design of a new letter chart for measuring contrast sensitivity. *Clinical Vision Science*. 2 (3). 187-199.

Pensyl C. Denise – Benjamin William J. 2006. Ocular Motility. Teoksessa Benjamin William J. (toim.): Borish's Clinical Refraction. Second edition. St. Louis, Missouri. Butterworth Heinemann Elsevier. 356-399.

Pieri, V. – Diederich, N.J. – Raman, R. – Goetz, C.G. 2000. Decreased color discrimination and contrast sensitivity in Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*. 172. 7-11.

Portin, Raija 2000. Kognitiiviset oireet. Teoksessa Rinne, Urpo K. – Marttila, Reijo – Pasila, Arja (toim.) Parkinsonin tauti: oireet, erityisongelmat, hoito ja kuntoutus. Louttapaino Oy. 14-15.

Regan, B.C. – Freudenthaler, N. – Kolle, R. – Mollon, J.D. – Paulus, W. 1998. Colour discrimination thresholds in Parkinson's disease: results obtained with a rapid computer-controlled colour vision test. *Vision Research*. 38. 3427-3431.

Rinne, Urpo K. 2000. Parkinsonin taudin hoito. Teoksessa Rinne, Urpo K. – Marttila, Reijo – Pasila, Arja (toim.) Parkinsonin tauti: oireet, erityisongelmat, hoito ja kuntoutus. Louttapaino Oy. 18-25.

Saarelma, Osmo 2012. Värisokeus ja poikkeava värinäkö. Kustannus Oy Duodecim. Verkkodokumentti. <http://www terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00347>. Luettu 20.12.2012.

Shibasaki, Hiroshi – Tsuji, Sadatoshi – Kuroiwa, Yoshigoro 1979. Oculomotor Abnormalities in Parkinson's Disease. *Archives of neurology* 36 (6.) 360-364.

Terminologian tietokannat 2012. Lääketieteen termit. Kustannus Oy Duodecim. Verkkodokumentti. <http://www.terveysportti.fi/terveysportti/rex_terminologia.koti>. Luettu 19.12.2012.

Teräväinen, Heikki 2000a. Parkinsonin taudin oireiden synty. Teoksessa Rinne, Urpo K. – Marttila, Reijo – Pasila, Arja (toim.) Parkinsonin tauti: oireet, erityisongelmat, hoito ja kuntoutus. Louttapaino Oy. 6-8.

Teräväinen, Heikki 2000b. Parkinsonin taudin oireet. Teoksessa Rinne, Urpo K. – Marttila, Reijo – Pasila, Arja (toim.) Parkinsonin tauti: oireet, erityisongelmat, hoito ja kuntoutus. Louttapaino Oy. 12-13.

Tutt, Ron – Bradley, Arthur – Begley, Carolyn – Thibos, Larry N. 2000. Optical and Visual Impact of Tear Break-up in Human Eyes. *Investigative Ophthalmology & Vision Science*. 41 (13). 4117-4123.

Armstrong, R. A. 2011. Visual Signs in Parkinson's Disease. *SAGE-Hindawi Access to Research*. 1-9.

Väestö 2013. Väestön ikärakenteen kehitys. Suomen Kuntaliitto. Verkkodokumentti. <<http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tilastot/indikaatori/Sivut/ind.aspx?ind=8001&th=800>>. Luettu 18.3.2013.

Taulukko 4. Silmälasitiedot ja Zeiss i.Profiler -arvot.

		OD	OS	ADD	Lasit hankittu
Henkilö A	Nykyiset lasit i.Profiler	sf -2,75 cyl -0.25 ax 100° sf -3.28 cyl -0.14 ax 75°	sf -2.75 cyl -0,25 ax 90° sf -2.61 cyl -0-56 ax 93°	+1.00	8/2011
Henkilö B	Nykyiset lasit i.Profiler	sf -6.50 cyl -2.00 ax 3° sf -6.66 cyl -1.73 ax 177°	sf -6.25 cyl -1.75 ax 8° sf -5.96 cyl -1.47 ax 17°	+2.25	8/2011
Henkilö C	Nykyiset lasit i.Profiler	sf +2.25 cyl -0.50 ax 90° sf +2.66 cyl -0.69 ax 95°	sf +1.75 sf +1.93 cyl -0.17 ax 76°	+2.50	ei tiedossa
Henkilö D	Nykyiset lasit i.Profiler	sf -3.50 cyl -1.50 ax 8° sf -3.61 cyl -2.24 ax 6°	sf -4.50 cyl -1.50 ax 2° sf -4.67 cyl -2.02 ax 0°	+2.00	6/2009
Henkilö E	Nykyiset lasit i.Profiler	sf -0.50 cyl -1.75 ax 85° sf -0.62 cyl -1.47 ax 94°	sf -1.25 cyl -1.25 ax 90° sf -0.73 cyl -1.83 ax 94°	+2.25	12/2010
Henkilö F	Nykyiset lasit i.Profiler	sf -2.50 cyl -0.75 ax 90° sf -2.25 cyl -1.07 ax 100°	sf -2.0 cyl -0.75 ax 90° sf -1.64 cyl -1.10 ax 83°	+2.25	6/2012
Henkilö G	Nykyiset lasit i.Profiler	sf -2.0 cyl -0.50 ax 70° sf -2.05 cyl -0.80 ax 67°	sf -2.75 cyl -0.25 ax 105° sf- 2.90 cyl -0.51 ax 102°	+2.50	ei tiedossa

Taulukko 5. Tutkimushenkilöiden taustatiedot.

	Ikä (v)	Aika diagnoosista	Aika lääkityksen aloittamisesta ja lääkkeet	Subjektiiiviset oireet
Henkilö A	48	2 v 9 kk	2 v 9 kk Eldepryl Sifrol	<ul style="list-style-type: none"> • kaksoiskuvia lähelle • lukeminen hankaloitunut ja hidastunut huomattavasti • sudokuja tehdessä numero osuu viereiseen ruutuun • hämärässä liikkuminen erittäin hankalaa • katseen tarkennus hidastunut siirryttäessä lähikatse- lusta kaukokatseluun • kuivasilmäisyyden oireita • blefarospasmi maatesa, silmät autettava kädellä au- ki • kaataa kahvia helposti kupin yli
Henkilö B	56	2 v 9 kk	2 v 3 kk Eldepryl Requip Depot Sinemet	<ul style="list-style-type: none"> • väsyneenä näkeminen hankaloitunut, vuorokau- denajoilla suuri merkitys näkemiseen • vaikea osua haluttuun kirjaimen tietokoneen näp- päimistöllä • valon tarve lisääntynyt paljon • hämärässä ajaminen hankaloitunut, kaupungin valot häikäisevät • lukeminen hidastunut • lääkityksen aloituksen jälkeen esiintynyt näköaistihar- hoja
Henkilö C	67	2 v	2 v Requip Stalevo	<ul style="list-style-type: none"> • yleisellä vireystilalla huomattava merkitys näkemisen laatuun • tarkassa lähityöskentelyssä ongelmia • silmät vuotavat aiempaa enemmän, aamuisin hiekan- tunnetta ja poltetta • kaksoiskuvia kauas, korostuvat väsyneenä • hämäränäkö huonontunut huomattavasti, kaupungin valot häikäisevät: ajaminen epämiellyttävää • jääkiekkopelin seuraaminen hankaloitunut nopean temmon vuoksi • porrasaskelmien erottaminen toisistaan vaikeaa, etenkin alaspäin mentäessä • ongelmat lisääntyneet diagnoosin jälkeen
Henkilö D	55	7 v 4 kk	7 v 4 kk Azilect Sifrol Stalevo	<ul style="list-style-type: none"> • lukeminen hidastunut • lukiessa kuva hämärtyy ja kirkastuu yhtäkkiä • etäisyyden ja nopeuden arvioiminen hankalaa • silmät vuotavat runsaasti, etenkin väsyneenä • näköaistiharhoja • portaiden kulkeminen alaspäin epävarmaa
Henkilö E	54	3 v 5 kk	3 v 4 kk Azilect Kardopal Sifrol	<ul style="list-style-type: none"> • lukeminen hankaloitunut: silmät väsyvät ja kuivuvat • silmät rasittuvat ajaessa, kun katse siirtyy usein taus- tapeiliin ja takaisin eteenpäin • silmät kuivuvat, hiekantunne, kostutustipat käytössä tarpeen mukaan • hahmojen erottaminen hämärässä vaikeaa

	Ikä (v)	Aika diagnoosista	Aika lääkityksen aloittamisesta ja lääkkeet	Subjektiiiviset oireet
Henkilö F	52	2 v 11 kk	2 v 6 kk Eldepryl Sifrol	<ul style="list-style-type: none"> • lähinäkö heikkenee vauhdilla • ongelmia päätetyössä, teksti ei näy, kuvan hetkellinen sumeneminen; ei päätelaseja käytössä • yleiset väsymysoireet, jolloin keskittyminen hankalaa • näköaistiharhoja • huimausta katseen siirtyessä nopeasti jaloista suoraan eteenpäin • Television katselu raskasta • iltaisin ja työpäivän jälkeen silmät väsyneet ja punoitavat, geelimäiset kostutustipat käytössä
Henkilö G	62	1 v 1 kk	1 v 1 kk Eldepryl Sifrol	<ul style="list-style-type: none"> • näkeminen huonontunut yleisesti • lukeminen epämukavaa, ilman laseja lukeminen helppoa • kuivansilmän oireita, kostutustipat käytössä tarpeen mukaan • television liikkuvan kuvan seuraaminen raskasta toisinaan • hämärässä vaikea erottaa lähestyvän bussin numeroa