

Pirjo Hyvärinen

## Silmänpaineen mittaaminen ja glaukooman riskitekijät optometristin työssä

iCare- Ja Goldmann-mittausten vertailua

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Pirjo Hyvärinen Silmänpaineen mittaaminen ja glaukooman riskitekijät optometristin työssä. iCare ja Goldmann-mittausten vertailua. 33 sivua + 4 liitettä 28.1.2013
Tutkinto	Optometristi (AMK)
Koulutusohjelma	Optometrian koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Optometristi
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Kaarina Pirilä Lehtori Juha Havukumpu

Glaukooma on merkittävä heikkonäköisyyden aiheuttaja maailmassa. Suomessa se aiheuttaa kaikista näkövammoista 6,5%. Glaukooma ja sen aiheuttama näönmenetykset on mahdollista ehkäistä varhaisella diagnoosilla ja oikealla hoidolla. Glaukooman seulonnassa optikolla on tärkeä rooli normaalien näöntarkastuskäyntien yhteydessä. Tämän työn tarkoituksena on kehittää lähetysperusteita silmälääkärille, silloin kun asiakkaalla silmänpaine on kohonnut.

Tutkimuksessa vertailin kahden eri periaatteella toimivan silmänpainemittarin (iCare –kimmoketonometri ja Goldmann-applanaatiotonometri) silmänpainearvoja toisiinsa 77 tutkimuspotilaalla. Perehdyin silmänpaineen lisäksi myös muihin glaukooman riskitekijöihin. Selvitin tutkimuspotilailla sukurasituksen, exfoliaatiosyndrooman, myopian ja diabeteksen yhteyttä silmänpainearvoihin. Tein tutkimuksen yhteistyössä Mikkelin Instrumentariumissa vastaanottavan silmälääkärin kanssa. Tutkimustulokset analysoitiin SPSS-ohjelmistolla sekä Excel-sovelluksella, jota oli täydennetty Aki Taanilan "tilastoapu.xlam" makrokokoelmalla.

Opinnäytetyön teoriaosuus koostuu pääasiassa glaukoomasta ja sen riskitekijöistä. Käsittelen myös silmänpainemittarien toimintaperiaatteita ja niillä aiemmin suoritettuja silmänpaineen vertailututkimuksia. Saadut silmänpaineen mittaustulosten erot iCare:lla ja Goldmannilla poikkesivat aikaisemmista vertailuista

jonkin verran.

Tutkimus vahvisti sukurasituksen merkitystä glaukooman kehittymisessä. Muita merkittäviä riskitekijöitä ei tässä tutkimuksessa tullut esille. Optikon tulisikin lähettää asiakkaat, joilla on silmänpainetautia suvussa, keskimääräistä herkemmin silmälääkärille jatkotutkimuksiin.

Avainsanat

Glaukooma, glaukooman riskitekijät, silmänpaine, silmänpainemittari

Author(s) Title Number of Pages Date	Pirjo Hyvärinen Measurement of the intraocular pressure and the glaucoma risk factors in optometrist's work. Comparison of iCare and Goldmann measurings. 33 pages + 4 appendixes ..
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Optometry
Specialisation option	Optometry
Instructor(s)	Principal Lecturer, Kaarina Pirilä Lecturer, Juha Havukumpu

Glaucoma is a significant disease which causes vision loss worldwide. In Finland glaucoma causes 6,5 % of all visual impairments. Glaucoma and the vision loss caused by glaucoma is possible to prevent by early diagnose and correct treatment. Optometrists have an important role in searching glaucoma patients when they come for a normal vision check. The purpose of this study is to develop my justification to guide patients to an ophthalmologist when the intraocular pressure is in a higher level.

In this study I compare intraocular pressure values measured by two different kinds of tonometers (iCare is a rebound tonometer and Goldmann is an applanation tonometer). There are 77 patients in the study. Besides intraocular pressure I familiarized with other glaucoma risk factors. I searched what kind of connection there is in intraocular pressure when the patient has glaucoma in family, exfoliation syndrome, myopia or diabetes. The study was made in Instrumentarium Mikkeli co-host with an ophthalmologist. The results were analyzed by Excel-program and Aki Taanila's "tilastoapu.xlam" macro collection.

The theory part of the study consists of glaucoma and glaucoma risk factors. I process also the principles of the two tonometers and previous studies of comparison these tonometers.

The differences of the intraocular pressures measured by iCare- and Goldmann- tonometers differed a little from previous studies.

The study strengthens the fact that glaucoma runs in a family. I did not find any other significant risk factors in this study. If the patient has glaucoma in family, optometrists should suggest patients to see an ophthalmologist easier than average.

Keywords

Glaucoma, glaucoma risk factors, intraocular pressure, tonometer

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Silmän nestekierto ja verkkokalvon hermosäikeet	1
3	Glaukooma	4
3.1	Glaukooman määritelmä ja esiintyvyys	4
3.2	Glaukooman jaottelu	5
3.3	Okulaarinen hypertensio	6
3.4	Glaukooman riskitekijät	6
3.4.1	Silmänpaine	7
3.4.2	Ikä	8
3.4.3	Sukurasite	8
3.4.4	Exfoliaatiosyndrooma eli mykiön hilsetystauti	8
3.4.5	Myopia	8
3.4.6	Ohut sarveiskalvo	9
3.4.7	Silmän perfuusiopaine	9
3.4.8	Diabetes	9
3.5	Glaukooman diagnoosi	10
3.5.1	Näköhermonpään arviointi	10
3.5.2	Näkökenttätutkimus	11
3.5.3	Hermosäiekuvat ja näköhermonpään OCT	11
3.6	Glaukooman hoito	12
3.6.1	Glaukooman lääkehoito	12
3.6.2	Kammiokulman laserhoito	13
3.6.3	Glaukooman leikkaushoito	13
4	Silmänpainemittarit	13
4.1	Kimmoketonometria (iCare)	14
4.2	Applanaatio-tonometri (Goldmann)	15
4.3	Virhelähteitä silmänpaineen mittauksissa	15
5	Aiempiä tutkimustuloksia iCare ja Goldmann-tonometreilla	16
6	Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat	17

7	Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen toteutus	18
7.1	Tiedonhankintamenetelmä	18
7.2	Aineiston keruu ja analysointi	19
8	Tutkimustulokset	19
8.1	Taustamuuttajat	19
8.2	Icare- ja Goldmann-tonometreilla mitatut silmänpaineet	20
8.3	Sukurasite glaukooman riskitekijänä	24
8.4	Exfoliaatiosyndrooma glaukooman riskitekijänä	26
8.5	Myopia glaukooman riskitekijänä	27
8.6	Diabetes glaukooman riskitekijänä	27
9	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	28
10	Pohdinta	29
11	Lähteet	31

#### Liitteet

Liite 1. Suostumuslomake

Liite 2. Muuttujien jakaumat ja tunnusluvut

Liite 3. Kolmogorov-Smirnov-testit silmänpainemuuttujien normaalisuuden testaamiseksi

Liite 4. Ristiintaulukointi ja Khiin neliötesti

## **1 Johdanto**

Tutkimusaiheen valinnan taustalla oli halu tarkentaa lähetysperusteitani silmälääkärille, silloin kun mittaan asiakkaaltani kohonneen silmänpaineen iCare-mittarilla. Tarkistan usein lähetysindikaatiotani kysymällä vastaanottavalta silmälääkäriltä hänen mielipiteensä. Tällöin nousee esiin kysymys käyttämäni iCare-mittarin ja silmälääkärin käyttämän Goldmann-tonometrin silmänpainearvojen vertailukelpoisuudesta. Silmälääkäri esittää myös usein kysymyksen, onko asiakkaalla suvussa silmänpainetautia.

Tutkimus on työpaikalla suoritettava yhteistyö- ja kehittämisprojekti vastaanottoa pitävän silmälääkärin kanssa. Työn tarkoitus on iCare- ja Goldmann-tonometriä mittaustulosten vertailu. Lisäksi pyrin kehittämään lähetysperusteitani (optikkona), kun lähetän asiakkaan silmälääkärille kohonneen silmänpaineen vuoksi. Yritän myös selvittää, voisiko niitä täydentää myös muilla glaukooman riskitekijöillä, kuten asiakkaan sukurasitteella silmänpainetautiin.

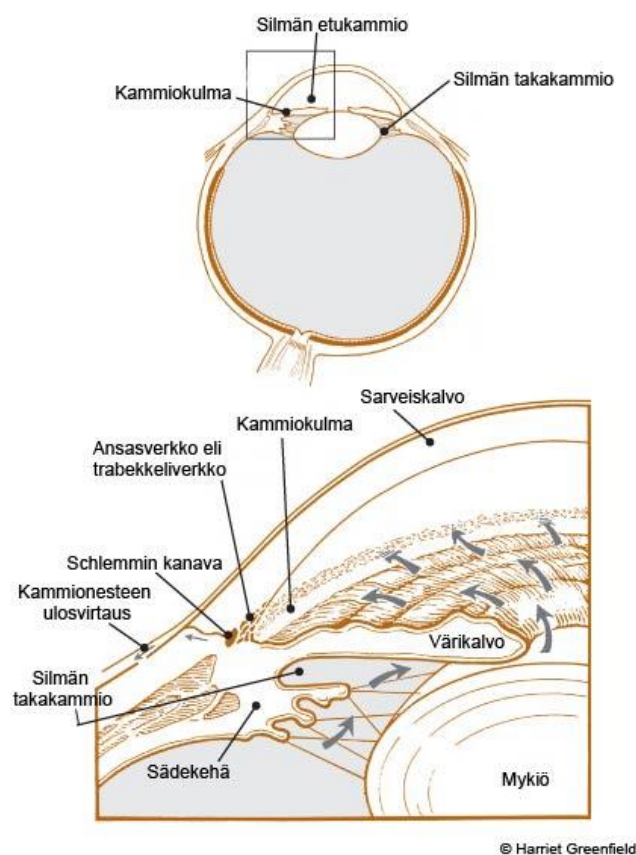
## **2 Silmän nestekierto ja verkkokalvon hermosäikeet**

Tässä kappaleessa käsittelen silmän sisäisen kammionesteen kiertoa, sillä sen häiriintyminen on yleensä syynä silmänpainetaudin syntyyn. Lisäksi tarkastelen näköhermonpään (papilla) ja verkkokalvolta siihen tulevien hermosäikeiden rakennetta. Hermosäikeiden ja näköhermon tuhoutuminen silmänpainetaudissa aiheuttavat niin sanotut glaukoomavauriot, jotka näkyvät puutoksina näkökenttätutkimuksessa.

Silmän sädekehä tuottaa kammionestettä. Kammioneste poistuu silmästä etukammion, sarveiskalvon ja värikanavan rajalla olevan kammiokulman trabekkelikudoksen kautta Schlemmin kanavaan ja sieltä edelleen laskimoihin. Tätä kammiokulman kautta tapahtuvaa ulosvirtausta kutsutaan



trabekulaariseksi ulosvirtaukseksi. Toinen ulosvirtaus tapahtuu sädelihaksen ja kovakalvon lävitse silmän ulkoisiin laskimoihin. Tätä kutsutaan uveoskleraalisesti virtaukseksi. Kuvassa 1 näkyy kammiokulman rakenne sekä kammionesteen virtaus silmän etuosassa. Kammioneste kulkee muodostumispaikastaan sädekehästä kohti trabekkeliverkkoa ja silmän ulkoisia laskimoita. Silloin kun kammionesteen tuotanto pysyy ennallaan, mutta ulosvirtaus heikkenee, silmän sisään kertyy enemmän nestettä ja silmänpaine kasvaa. (Pfizer 2010.)



Kuvio 1. Kammiokulman rakenne ja kammionesteen kierto silmän etuosassa. (www.tohtori.fi)

Näköhermo koostuu noin miljoonasta yksittäisestä verkkokalvolta tulevasta hermosäikeestä. Hermosäikeet kulkevat verkkokalvolta kohti näköhermonpäättä. Näköhermonpään kohdalla hermosäikeet kääntyvät 90 astetta ja kasaantuvat paksuksi kimpuksi muodostaen näköhermon. Kuvassa 2 poikkileikkaus

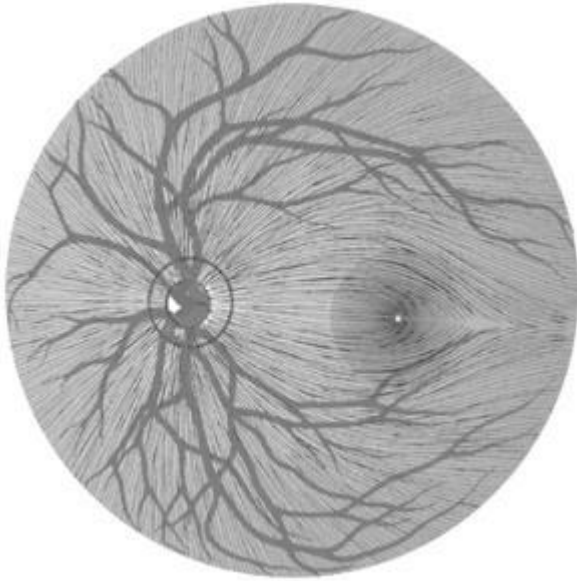
näköhermonpäästä ja näköhermosta. Näköhermoa on katsottu suoraan silmänpohjaan. (Saari 1995: 121-122.)



Kuvio 2. Oikealla poikkileikkaus näköhermonpäästä ja vasemmalla näköhermonpää. (Gondez.com)

Näköhermonpää sijaitsee 3-4 mm tarkannäkemisen pisteestä (fovea) nasaalisuuntaan. Sen koko on keskimäärin 1,76 mm vaakatasossa ja 1,92 mm pystysuunnassa. Näköhermon pään keskellä on painuma, keskuskuoppa, jonka koko vaihtelee. Keskuskuopan läpimitta on 0-90 % näköhermonpään koko läpimitasta. Muodoltaan terve näköhermonpää on säännöllinen ja selkeäraajainen. (Gillan 2009; Saari 1995: 121-122.)

Hermosäikeet kulkevat verkkokalvolla tarkannäkemisen pisteestä ja sen läheltä suoraan näköhermonpäähän. Verkkokalvon ylä- ja alaosasta tulevat hermosäikeet kulkevat säännöllisesti kaarimaisina kohti näköhermonpäästä. Yläosan hermosäikeet kulkevat näköhermon yläosaan ja vastaavasti alaosan säikeet näköhermon alaosaan, kuten kuvassa 3. (Saari 1984: 153)



Kuvio 3. Hermosäikeet kulkevat verkkokalvolta ylhäältä ja alhaalta kaarimaisesti kohti näköhermoa. (Umed.med.utah.edu)

Silmänpaineen kohotessa näköhermonpään verenkierto ja aineenvaihdunta heikkenee, mistä aiheutuu hermosäikeiden ja näköhermon tuhoutumista. (Seppänen 2010.)

Näköhermonpään tutkimiseen on useita menetelmiä. Yleisimmin käytetään suoraa oftalmoskooppia tai mikroskoopissa Volkin linssiä. (Collin 2012.)

### **3 Glaukooma**

#### **3.1 Glaukooman määritelmä, esiintyvyys**

Glaukooma on ryhmä sairauksia, joille yhteistä on näköhermovaurio, joka saattaa aiheuttaa näönmenetyksen. Yleensä syynä vaurioon on liian korkea silmänpaine. Glaukooma on usein hitaasti etenevä, ja siihen liittyvä keskeisen näön heikkeneminen tapahtuu vasta, kun glaukooman aiheuttama vaurio on vaikea-asteinen. (Mayo clinic 2012.)

Maailmassa arvioidaan olevan noin 67 miljoonaa glaukoomapotilasta, joista noin 6 miljoonaa on sokeutuneita. Suomessa todetaan joka vuosi yli 2500 uutta

glaukoomatapausta ja noin 80 000 suomalaista sairastaa glaukoomaa. (Seppänen 2010.) Se aiheuttaa kaikista näkövammoista 6.5 %. Yli 65-vuotiailla glaukooma on toiseksi yleisin näkövammaisuutta aiheuttava sairaus, sen osuus on 9 %. Tässä ikäryhmässä glaukooman osuus on miehillä 10.5 % ja naisilla 7.9 %. (Pfizer 2010.)

### 3.2 Glaukooman jaottelu

Glaukooma voidaan jakaa avokulma- ja sulkukulmaglaukoomaan. Muita tyyppisiä ovat synnyntäminen ja nuoruusiän glaukooma sekä sekundaariset glaukoomat. (Saari 1995: 129-138.)

Avokulmaglaukoomassa syy kohonneeseen silmänpaineeseen on yleensä este kammionesteen ulosvirtausreitillä. (Kivelä) Avokulma glaukooma jaetaan primaariseen avokulmaglaukoomaan (glaucoma simplex), exfoliatiivisen glaukoomaan (glaucoma capsulare) sekä normaalipaineiseen silmänpainetautiin. Primaarisessa avokulmaglaukoomassa ja exfoliatiivisessa glaukoomassa silmänpaine on korkeampi kuin 21 mmHg, näköhermo on vaurioitunut ja sen seurauksena näkökenttäpuutos on kehittynyt. Lisäksi exfoliatiivisessa glaukoomassa kammionesteen ulosvirtausta estää silmän sisään kertyvä linssihilse eli exfoliaatio. Exfoliaatio tukkii mekaanisesti silmän normaalin nestekierron ja nostaa painetta silmässä. Normaalipaineisessa glaukoomassa näköhermovaurio kehittyy, vaikka silmänpaine on normaalialueella. (Suomen Silmälääkäriyhdistys ry ja Suomen Glaukoomaseura ry 2002.)

Sulkukulmaglaukoomassa kammioneste ei pääse poistumaan normaalisti silmän kammiokulman ahtauden takia. Akuutista sulkukulmaglaukoomasta puhutaan, kun kammiokulma menee tukkoon äkillisesti värikalvon työntyessä eteenpäin kosketuksiin trabekkelivyöhykkeen kanssa. Tällöin silmänpaine kohoaa äkillisesti tasolle 50-80 mmHg, silmä on kipeä ja punainen sekä näkö hämärtyy sarveiskalvon samentuessa. Valoon katsoessa voi myös näkyä värillisiä renkaita.

Kohtaus on yleensä yhdessä silmässä ja sitä edistää mustuaisen laajeneminen pimeässä tai mustuaisten laajennustippojen käyttö. (Saari 1984: 172.)

### 3.3 Okulaarinen hypertensio

Osalla potilaista näköhermo kestää korkeitakin silmänpaineita ilman, että havaitaan glaukoomalle tyypillisiä vaurioita (Saari 1995: 132). Okulaarisessa hypertensiossa silmänpaine on suurempi kuin 21 mmHg, mutta näkökentässä ei ole puutoksia eikä näköhermo ole vaurioitunut. (Suomen Silmälääkäriyhdistys ry ja Suomen Glaukoomaseura ry 2002.) Potilaat muodostavat riskiryhmän, josta osalle hoitamattomana kehittyy myöhemmin glaukooma tyypillisine vaurioineen. (Saari 1995: 132-133.) OHTS –tutkimukseen osallistui 1636 potilasta, joista puolet hoidettiin lääkkeillä ja puolta seurattiin ilman lääkehoitoa. Silmänpaineen lähtötaso oli 24 -32 mmHg. Viiden vuoden seurannan aikana näkökenttä- ja näköhermovaurioita tuli 4 %:lle hoidetuista ja 10 %:lle hoitamattomista. Eli 90 %:lla hoitamattomista potilaista, joilla oli okulaarinen hypertensio, tauti ei muuttunut glaukoomaksi. (Käypä hoito-suositus 2007.)

### 3.4 Glaukooman riskitekijät

Avokulmaglaukooman tärkeimmät riskitekijät ovat kohonnut silmänpaine, ikä, sukurasite, exfoliaatiosyndrooma, myopia, sarveiskalvon paksuus, alentunut silmänperfuusiopaine ja diabetes. Vuodessa noin 1 % glaukoomariskipotilaista sairastuu glaukoomaan. (Eye Digest.)

Käypä hoito -suosituksessa glaukooman riskitekijät määritetään seuraavasti taulukossa 1.

Taulukko 1. Glaukooman riskitekijät (Käypä hoito - suositus 2007)

<b>RISKITEKIJÄT</b>	<b>RISKIN SUURUUS</b>
Ikä	Kaksinkertaistuu joka 10. vuosi
Silmänpaine 22-29 mmHg	10 – 13 kertainen
Silmänpaine >30-35 mmHg	40-kertainen
Myopia	2-4-kertainen
Eksfoliaatio	5-10-kertainen yli 65-70-vuotiailla
Sukurasitus	3-9-kertainen
Alentunut perfuusiopaine yhdessä iän kanssa	kolminkertainen
Lisäksi muu kuin valkoinen rotu on todettu riskitekijäksi. Diabeteksen merkitys riskitekijänä on epävarma.	

### 3.4.1 Silmänpaine

Tilastollisesti normaali silmänpaine on 10 -21 mmHg. Tutkimuksissa on kuitenkin osoitettu, että ensimmäistä kertaa mitattaessa joka kolmannella glaukooma-potilaalla silmänpaine on alle 21 mmHg eli niin sanotulla normaalialueella. (Näkövammaisten keskusliitto ry.) Vastaavasti suurella osalla potilaista, joilla silmänpaine on yli 21 mmHg, ei voida todeta glaukoomaa. Silmänpaineen sietokyky on eri silmissä erilainen. Jos potilaan silmään on tullut vaurioita 15 mmHg:n paineilla, tämä "normaali" silmänpaine on kyseiselle potilaalle liian korkea ja vaarallinen. Toiselle henkilölle taas 25 mmHg:n paine saattaa olla sopiva ja turvallinen, koska silmä ei vuosien kuluessa vaurioidu "kohonneesta" paineesta huolimatta. (Tuulonen 1992: 1701; McGrath: 8.)

Taulukon 1 mukaisesti riski glaukoomavaurioiden syntymiselle kasvaa, kun silmänpaine nousee. Silmänpainearvoilla 22-29 mmHg riski kasvaa 10-13 kertaiseksi ja kun silmänpaine on yli 30 mmHg riski on 40-kertainen.

Yksittäinen silmänpaineen mittaus ei anna todellista kuvaa silmänpaineen vuorokausivaihtelusta. Yöllä silmänpaine on hieman matalampi, koska kammionesteen tuotanto vähenee. Normaalissa silmässä vuorokausivaihtelu on noin 3-6 mmHg, glaukoomassa tämä ero saattaa kasvaa. Silmänpaineen vaihtelua aiheuttavat myös sydämen syke, hengitys, nesteen saanti ja lääkitys. (Suomen silmälääkäriyhdistys ry ja Suomen Glaukoomaseura ry 2002.)

### 3.4.2 Ikä

Riski sairastua glaukoomaan kasvaa iän myötä. Yli 40-vuotiaista 1-2 % sairastaa glaukoomaa. Vuosittain 40-49 -vuotiaista yksi kahdestatuhannesta sairastuu glaukoomaan, mutta 60-69-vuotiaissa vastaava luku on kuusi kahdesta tuhannesta. (Seppänen 2010.)

### 3.4.3 Sukurasite

Baltimore Eye - tutkimuksen mukaan glaukoomariski on 3,7- kertainen kun sisaruksella on todettu glaukooma. Rotterdam Eye -tutkimuksessa glaukoomariski on 9,2-kertainen henkilöillä, joilla on glaukoomaa sairastavia sukulaisia. Genetiikan tutkijoiden mukaan näyttää siltä, että glaukooman kehittyminen ei ole riippuvainen yhdestä ainoasta geenistä, vaan se on seuraus useiden geenien yhteisvaikutuksesta. Mahdollisesti myös ulkoiset tekijät vaikuttavat glaukooman kehitykseen. (The Eye Digest.)

### 3.4.4 Exfoliaatiosyndrooma eli mykiön hilsetystauti

Exfoliaatiota eli linssihilsettä löytyi suomalaisessa väestössä tehdyssä tutkimuksessa yli 50-vuotiailla 18 %:lla naisista ja 10 %:lla miehistä. (Forsman 2007.) Exfoliaatio 6-kertaistaa glaukoomariskin nostamalla silmänpainetta. Jos yhdistetään exfoliaatio ja yli 25 mmHg:n silmänpaine, avokulmaglaukooman riski kasvaa 56-kertaiseksi. (Ekström 2010: 316.)

### 3.4.5 Myopia

The Blue Mountains Eye Study tutki myopian vaikutusta avokulmaglaukoomaan. Tutkimuksessa määriteltiin vähäiseksi myopiaksi  $\geq -1D$  ja  $< -3D$  ja keskisuureksi tai suureksi myopiaksi  $\geq -3 D$ . Glaukooma todettiin 4,2 %:lla tutkittavista, joilla

oli vähäinen myopia ja 4,4 %:lla tutkittavista, joilla oli keskisuuri tai suuri myopia. Tutkittavilla, joilla ei ollut myopiaa ollenkaan, glaukooma todettiin 1,5 %:lla. Myoopeilla on 2-3 -kertainen riski sairastua glaukoomaan verrattuna ei-myoppeihin. (Mitchell, P – Hourigan, F – Sandbach, J – Wang, JJ 1999: 2010-5.)

#### 3.4.6 Ohut sarveiskalvo

Keskimääräinen sarveiskalvon paksuus keskeltä mitattuna on 573 +/-39 mikronia. Okulaarisessa hypertensiossa on suurempi glaukooman kehittymisen riski potilailla, joilla on keskimääräistä ohuempi sarveiskalvo. Jos sarveiskalvon paksuus on alle 555 mikronia, potilailla on 3-kertainen glaukoomariski verrattuna potilaisiin, joilla sarveiskalvon paksuus on yli 588 mikronia. (Eye Digest.)

#### 3.4.7 Silmän perfuusiopaine

Alentuneella silmän perfuusiopaineella (diastolisesta eli alaverenpaineesta vähennetään silmänpaine) on osoitettu kohottavan glaukoomariskiä. Alle 30 mmHg:n perfuusiopaine nostaa glaukooman riskin 6-kertaiseksi verrattuna siihen, jos perfuusiopaine on  $\geq 50$  mmHg. Perfuusiopaine saattaa laskea hyvin alas potilailla, joiden silmänpaine on koholla ja joiden verenpaine laskee erityisesti yöaikaan merkittävästi tehokkaan verenpainelääkityksen vuoksi. (Vesti 2009; O’hEineachain: 4-6.)

#### 3.4.8 Diabetes

Useimmat tutkimukset tukevat heikkoa yhteyttä diabeteksen ja glaukooman välillä. Diabeteksen merkitys glaukooman riskitekijänä on tutkimuksen alla. (Seppänen 2010.)

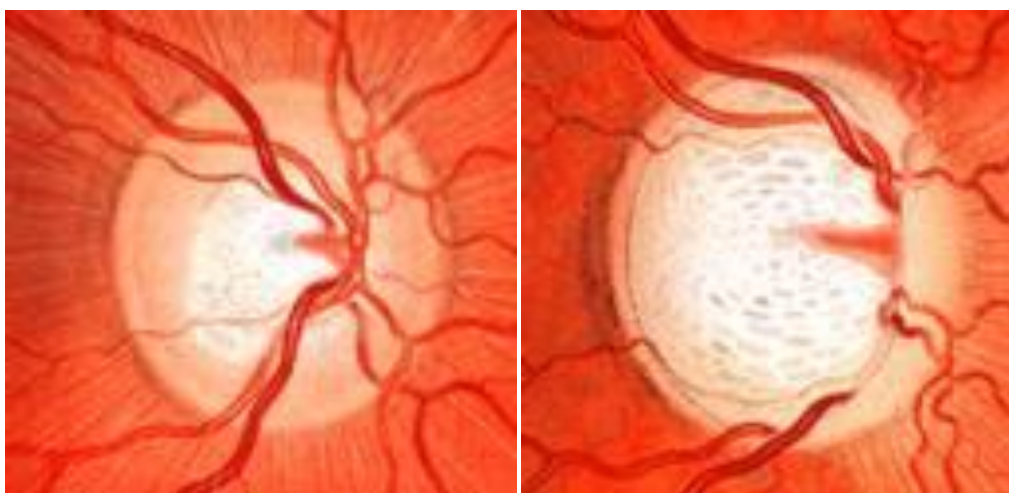


### 3.5 Glaukooman diagnoosi

Glaukooman diagnoosi perustuu silmänpaineen mittaamiseen, silmän kammiokulman tarkistamiseen, näköhermonpään muodon arviointiin, näkökenttätutkimuksiin ja hermosäiekuviin. (Seppänen 2010.) Mikkelin keskussairaalassa on mahdollisuus teettää potilaalle myös silmän valokerroskuvaus eli OCT -tutkimus näköhermon alueelta. Glaukooman alkuvaiheessa vauriot ovat todettavissa vain näköhermon päässä ja verkkokalvon heimosäikeissä. Muutokset näkökenttään tulevat vasta myöhemmin. (Vesti 1995: 1059.)

#### 3.5.1 Näköhermonpään arviointi

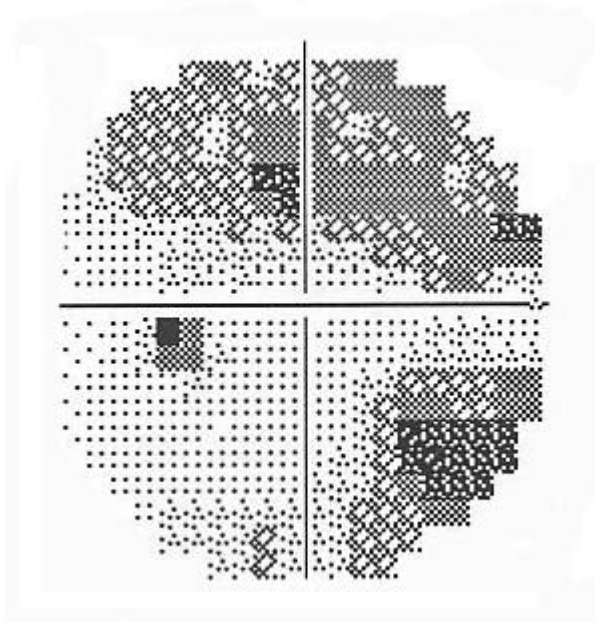
Glaukooman aiheuttama näköhermovaurio näkyy näköhermonpään keskuskuopan suurentumisena ja kovertumisena. Näköhermon vaurion erottamista terveestä silmästä vaikeuttaa normaalin keskuskuopan läpimitan vaihtelu. (Kivelä, TherapiaFennica.) Kuvassa 4 vasemmalla normaali näköhermonpää ja oikealla glaukooman vaurioittama näköhermonpää.



Kuvio 4. Normaali näköhermonpää ja glaukooman vaurioittama näköhermonpää. (Southsexeye.co.uk)

### 3.5.2 Näkökenttätutkimus

Suomessa käytetään Humphrey - ja Octopus – automaattiperimetrejä näkökenttätutkimuksessa. Siinä tutkitaan yleensä keskeinen 30 asteen kenttäalue. Glaukoomassa näkökenttäpuutos ilmaantuu vasta, kun kyseisen kohdan hermosäikeistä on 30 % tuhoutunut. (Vesti 1995: 1059.) Glaukooman aiheuttamat näkökenttäpuutokset ovat aluksi paikallisia puutosalueita, joita potilas ei itse havaitse. Ajan mittaan puutosalueet laajenevat (Kivelä, TherapiaFennica). Kuvassa 5 on Humphrey-näkökenttä, jossa on laaja-alainen glaukooman aiheuttama näkökenttäpuutos.

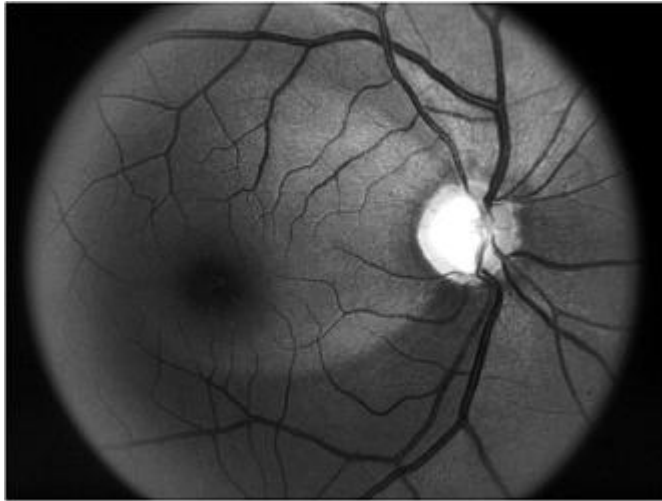


Kuvio 5. Glaukooman aiheuttama puutosalue näkökentässä. (Webeye.opth.uiowa.edu)

### 3.5.3 Hermosäiekuvat ja näköhermonpään OCT

Hermostäiekuvassa paikallinen vaurio hermostäiekerroksessa voidaan todeta silmänpohjan valokuvauksella. Kuvassa 6 on nähtävissä ylhäällä kapea ja alhaalla leveä hermostäikeiden puutosalue. Ne näkyvät kuvassa kaarimaisina tummina juosteina. Näköhermonpään OCT tarkoittaa hermostäiekerroksen

automatisoitua kuvaamista ja mittaamista. (Kytö, Janne P. – Tommila, Petri: 1645-52.)



Kuvio 6. Hermosäiekuvassa ylhäällä ja alhaalla kaarimaiset hermosäikeiden puutosalueet. (Opsweb.org)

### 3.6 Glaukooman hoito

Hoidon tavoitteena on glaukoomasta aiheutuvan näkövammaisuuden ehkäiseminen. (Käypä hoito-suositus 2007.) Silmänpaineen alentaminen estää näkökenttäpuutosten etenemistä ja silmän sokeutumista. Painetta voidaan alentaa lääkkeillä, kammiokulman laserhoidoilla ja leikkaushoidolla. (HUS.)

#### 3.6.1 Glaukooman lääkehoito

Kela määrää glaukooman lääkehoidon kriteerit lääkkeiden erityiskorvausoikeuden avulla. Kela myöntää glaukoomalääkkeisiin tämän niin sanotun ilmaisiläikeoikeuden, jos silmänpaine on yhdessäkin mittauksessa yli 30mmHg tai vähintään kaksi kriteeriä seuraavista kolmesta täyttyy

- havaittavissa oleva näköhermon kovertuminen tai näköhermosäiekerroksen vaurio

- näkökenttäpuutokset
- silmänpaine toistetuissa mittauksissa yli 21 mmHg (Kela)

Silmänpaine pyritään alentamaan tasolle, jolla vaurioita ei synny eivätkä todetut vauriot etene. Yksilöllisen ja turvallisen painetason selvittämiseen voi kulua 3-5 vuotta. (Käypä hoito-suositus 2007.)

Glaukooman lääkehoidossa käytetään yleensä silmätippoja ja harvemmin myös tabletteja. Lääkkeiden tarkoituksena on vähentää kammionesteen määrää ja/tai lisätä sen poistumista silmästä. Silmänpainetta alentavia tippoja on seuraavissa lääkeryhmissä: prostaglandiini-analogit, beetasalpaajat, hiilihappoanhydraasin estäjät, alfa-2-salpaajat, alfasalpaajat ja parasymptomimeetit. (American Health Assistance Foundation.)

### 3.6.2 Kammiokulman laserhoito

Lasersäde kohdistetaan trabekkelikudokseen, jonka rakenne muuttuu hoidon seurauksena ja kammioneste pääsee näin virtaamaan paremmin pois silmästä. Laserhoidon painetta alentava vaikutus vaihtelee ja voi mennä ohi muutamassa vuodessa. (Kivelä, TherapiaFennica.)

### 3.6.3 Glaukooman leikkaushoito

Ellei silmänpainetta saada kohtuullisella lääkehoidolla ja laserhoidolla turvalliselle tasolle, voidaan tehdä silmänpainetta alentava leikkaushoito. (Kivelä, TherapiaFennica.)

## **4 Silmänpainemittarit**

Silmänpaine on nesteen aiheuttamaa painetta silmässä. Sitä mitataan tonometrillä. Tonometreja on monia erilaisia, useimmat niistä mittaavat

asteikolla, jonka yksikkönä on elohopeamillimetri eli mmHg. Goldmann – tonometri ja Tonopen XL ovat aplanaatiotonometreja, jotka mittaavat sarveiskalvon vakiopinta-alan litistämiseen tarvittavaa voimaa. Indentaatio - tonometri (Schiotz) puolestaan määrittää kuinka paljon vakiopaino painaa silmää kuopalle. Ilmapuhallusmittareilla (Keeler) mitataan puhalluspainetta, jonka vaikutuksesta sarveiskalvo alkaa taipua. iCare -menetelmä poikkeaa muista käytössä olevista menetelmistä. (Kontiola 2007: 2635-8.)

#### 4.1 Kimmoketonometria (iCare)

Kimmoketonometria on silmänpaineen mittausmenetelmä, jossa hitaasti liikkuva ja kevyt anturi koskettaa sarveiskalvoa. Anturin hidastuvuutta ja takaisin kimpoamista silmästä mitataan sähkömagneettisen induktion avulla, ja näin saadaan määritettyä silmänpaine. Matalilla silmänpaineilla anturin hidastuvuus silmään osuessa on vähäinen ja kosketusaika pitkä, kun taas korkeammilla silmänpaineilla kosketusaika silmään on lyhyt, hidastuvuus suuri ja takaisin kimpoaminen nopea. (Kontiola 2007: 2635-8.)

Kimmoketonometrin etuna on mittauksen nopeus. Anturi on kosketuksissa silmään vain pari tuhannesosa sekuntia. Mittauksen nopea suoritus ja anturin vähäinen liike-energia (nopeus alle 0.3 m/s ja paino 26 mg) mahdollistavat silmänpaineen mittauksen ilman puudutusta. Silmänpaineen mittaus iCare:lla saattaa onnistua hyvin henkilöiltä, joilta se ei onnistu Golmannin tonometrillä. (Kontiola 2007: 2635-8.)

iCare-mittariin ladataan aluksi kertakäyttöinen anturi. Laite antureineen viedään lähelle potilaan silmää ja tuetaan potilaan otsaan. Anturin kärjen tulisi olla noin 4-8 mm etäisyydellä potilaan sarveiskalvosta. Anturi suunnataan keskelle sarveiskalvoa luotettavan tuloksen saamiseksi. Potilasta pyydetään rentoutumaan ja suuntaamaan katseensa suoraan eteenpäin sekä hengittämään normaalisti. Kun mittari on asemoitu ja suunnattu keskelle

sarveiskalvoa, painetaan kevyesti mittauspainiketta, jolloin anturi kohtaa silmän. Laitteen ohjelmistossa on oletuksena, että mittaus toistetaan kuusi kertaa, jotta saadaan tasattua silmänpaineen vaihtelua aiheuttavien hetkellisten tekijöiden vaikutukset. (Kontiola 2007: 2635-8; iCare tonometer user's and maintenance manual 2009: 133.)

#### 4.2 Aplanaatio-tonometri (Goldmann)

Aplanaatio-tonomerissa silmän sarveiskalvolle painetaan pieni, halkaisijaltaan 3.06 mm kärki, joka syrjäyttää kyynelnestettä. Prisman ja mikroskoopin goboltin sinisen valon avulla fluoreskeiinin värjäämässä kyynelneesteessä nähdään kaksi puoliympyrän muotoista kaarta, joita liikutetaan säätöruuvista. Mittaus on onnistunut, kun kaaret ovat yhtäsuuret ja niiden sisäreunat koskettavat toisiaan. Silmänpaine (mmHg) lasketaan kertomalla tonometrin sarveiskalvoa painava voima kymmenellä. Silmänpaine-arvo luetaan suoraan säätöruuvista. Aplanaatio-tonometrillä mitattaessa käytetään puudutusainetta. (Moilanen 1996.)

#### 4.3 Virhelähteitä silmänpaineen mittauksissa

Silmänpaineen mittaustulosten luotettavuus on tärkeää. Goldmann-tonometrillä mitattuja tuloksia pidetään yleisesti erityisen luotettavina, suorastaan "kultaisena standardina". Mittaustapahtuma Goldmann-tonometrillä on kuitenkin jossain määrin subjektiivinen. (Muttuvelu, D – Baggesen, K – Ehlers, N 2010: 322-326.)

Silmänpaine voi nousta, jos tutkittava jännittää silmäluomiaan, pidättää hengitystään, katsoo hyvin lähelle tai sivuille. Kiristävä kaulus tai solmio voivat nostaa silmänpainetta kohottamalla laskimopainetta pään alueella. Yläluomea kohottamalla silmänpaine laskee hieman. (Kontiola 2007: 2635-8.)

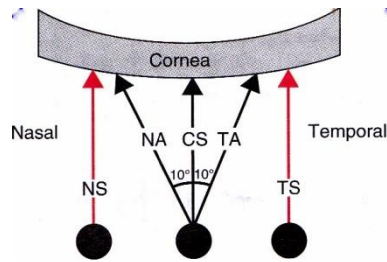
Sarveiskalvon paksuus vaikuttaa silmänpaineen mittaukseen nykyisillä mittaamenetelmillä. Paksu sarveiskalvo nostaa ja ohut laskee silmänpainelukemia. Goldmann-tonometrillä mitattuna 10 %:n paksuusmuutos keskeisessä sarveiskalvossa aiheuttaa 3,4 mmHg muutoksen silmänpainelukemaan. (Käypä hoito-suositus 2007.) iCare:lla tutkimustulokset ovat vaihdelleet, osassa sarveiskalvon paksuuden vaikutus silmänpainearvoihin on ollut sama kuin Goldmann-tonometrillä ja osassa jonkin verran suurempi. (Kontiola 2007: 2635-8.)

## **5 Aiempia tutkimustuloksia iCare ja goldmann-tonometreilla**

Aiemmissä tutkimuksissa iCare:llä ja Goldmann-tonometrillä mitatut silmänpainearvot ovat poikenneet toisistaan 0-2,5 mmHg, keskihajonta on ollut 1,1-2,8 mmHg. iCare-lukemat ovat olleet korkeammat eli se on keskimäärin hiukan yliarvionut painetta Goldmann-lukemiin verrattuna. (Kontiola 2007.)

Munkwitz ym. totesivat vuonna 2008 tehdyssä tutkimuksessa, että iCare:lla ja Goldmann-tonometrillä keskeiseltä alueelta sarveiskalvoa mitatut tulokset olivat samankaltaisia, kun silmänpaine on normaali tai hieman kohonnut. Silmänpaineen ollessa korkeampi tulokset erosivat toisistaan. Saman osoitti myös Roukonen vuonna 2007. (Muttuvelu, D – Baggesen, K – Ehlers, N 2010: 322-326.)

Vuonna 2012 julkaistussa Muttuvelun ym. tutkimuksessa silmänpaine mitattiin iCare:llä suoraan sarveiskalvon keskeltä (CS), suoraan 2mm nasaaliselta ja temporaaliselta limbukselta (NS ja TS) sekä 10 asteen kulmassa nasaalisesti ja temporaalisesti samasta paikasta kuin CS (NA ja TA).



Kuvio 7. Mittauspisteet iCare- tonometrillä. (Muttuvelu, D – Baggesen, K – Ehlers, N 2010.)

Tutkimuksen mukaan sarveiskalvon keskeltä mitatut silmänpainetulokset iCare-kimmoketonometrillä ovat 3-4 mmHg suuremmat kuin reuna-alueilta saadut tulokset. Verrattuna Goldmannin mittaustuloksiin ICare yliarvioi keskeiset mittaukset noin 2 mmHg:llä ja aliarvioi perifeeriseltä alueelta mittaustulokset noin 1,4-2 mmHg:llä. (Muttuvelu, D – Baggesen, K – Ehlers, N 2010: 322-326.)

Muttuvelun ym. tutkimuksessa todettiin, että iCarella saadut mittaustulokset keskeltä sarveiskalvoa ovat korkeampia kuin monissa aikaisemmissa tutkimuksissa. Yksi selitys voisi olla, että aikaisemmissa tutkimuksissa iCare:a pidettiin kädessä silmänpainetta mitattaessa, kun taas Muttuvelun tutkimuksessa iCare kiinnitettiin mikroskooppiin. Tutkimuksessa suositellaan, että kun iCarella mitataan käsivaralla, olisi hyvä kohdistaa anturi hieman keskikohdan ulkopuolelle vinossa kulmassa. (Muttuvelu, D – Baggesen, K – Ehlers, N 2010: 322-326.)

## 6 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tutkimustyössä verrataan optikon iCare- ja silmälääkärin Goldmann-tonometrillä mittaamia silmänpaine-arvoja. Tarkoituksena on selvittää, kuinka hyvin iCare-mittausmenetelmän silmänpaineet vastaavat Goldmann-standardin arvoja.

Silmänpaineen lisäksi muita tunnettuja glaukooman riskitekijöitä ovat sukurasitus, myopia, diabetes ja exfoliaatio, joiden glaukooman riskiä lisäävää



vaikutus välittyy suureksi osaksi kohoneen silmänpaineen kautta. Näiden riskitekijöiden yhteyttä silmänpainearvoihin määritetään tutkimuksessa kyselytutkimukseni ja silmälääkärin tutkimuksen pohjalta. Tutkimuksessa katsotaan, olisiko näillä muilla riskitekijöillä silmänpaineen lisäksi merkitystä optikon suorittamassa glaukooman seulonnassa.

## **7 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen toteutus**

### 7.1 Tiedonhankintamenetelmä

Tutkimus on kvantitatiivinen. Tiedonhankintamenetelmänä olen käyttänyt kyselylomaketta (liite 1) ja tekemiäni (iCare) sekä silmälääkärin suorittamia (Goldmann) silmänpaineen mittauksia. Tutkimuksen kohderyhmänä on silmälääkärin vastaanotolle tulevat eri ikäiset asiakkaat, joilla ei ole ollut jo todettua glaukoomaa eikä tehtyjä silmäleikkauksia.

Tutkimukseen valittavalle kerroin aluksi tutkimuksen tarkoituksesta ja pyysin suostumusta tutkimukseen osallistumisesta. Haastattelulomakkeelle merkitsin taustatietoina potilaan sukupuolen, iän, onko diabetesta todettu ja onko suvussa glaukoomaa. Tämän jälkeen mittasin silmänpaineen iCare-tonometrillä molemmista silmistä ja kirjasin tulokset lomakkeelle.

Seuraavaksi tutkittava meni silmälääkärin vastaanottohuoneeseen. Silmälääkärille kerroin kuuluuko asiakas tutkimusjoukkoon. Mittaamiani iCare-silmänpainearvoja en tässä vaiheessa kertonut. Silmälääkäri teki Goldmann-tonometrillä kolme mittausta molemmista silmistä ja laski niistä keskiarvot erikseen molemmille silmille. Kun asiakas oli poistunut, merkitsin silmälääkärin saamat tulokset lomakkeelle.

Lisäksi silmälääkärin papereista merkitsin lomakkeelle tiedot mahdollisesta exfoliaatiosta ja myopiasta.

## 7.2 Aineiston keruu ja analysointi

Tutkimusaineiston keruu alkoi toukokuussa 2012 ja viimeiset mittaukset tehtiin lokakuussa 2012. Aineiston hankinta tehtiin yhteistyössä vastaanottavan silmälääkärin kanssa Mikkelin Instrumentariumissa. Tutkimukseen valikoitui 77 henkilöä.

Tutkimusaineiston tilastollinen analysointi suoritettiin SPSS-ohjelmistolla (IBM SPSS Statistics 20). Graafiseen esitykseen käytettiin apuna myös Excel-sovellusta.

Tutkimusaineistosta laadittiin tutkimusongelmien ratkaisemiseksi muuttujien suoria jakaumia, laskettiin tunnuslukuja (keskiarvo, hajonta), muodostettiin ristiintaulukointeja ja suoritettiin t-testejä. SPSS-tulostukset ovat opinnäytetyön liitteinä. Lisäksi iCare- ja Goldmann-menetelmien mittatulosten vertailemiseksi laadittiin korrelaatiodiagrammit ja Bland-Altman-kaaviot erikseen molemmille silmille.

## 8 Tutkimustulokset

### 8.1 Taustamuuttujat

Tutkimukseen valikoitui 77 henkilöä, joista miehiä oli 20 ja naisia 57. Tutkimukseen osallistuvien keski-ikä oli 63.1 vuotta. Heistä 41-51 -vuotiaita oli 10 henkilöä (13 %), 51-60 -vuotiaita 18 henkilöä (23 %), 61-70 -vuotiaita 29 henkilöä (38 %) ja 71-80 -vuotiaita 20 henkilöä (26 %). Nuorin oli 41-vuotias ja vanhin 80 -vuotias.

Suvussa glaukoomaa esiintyi 19 tutkimukseen kuuluvalla henkilöllä ja 58 oli sellaisia, joiden suvussa glaukoomaa ei ollut.

Exfoliaatiota oli 3 henkilöllä molemmissa silmissä ja lisäksi 1:llä oikeassa ja 1:llä vasemmassa silmässä. Yhteensä exfoliaatiota oli 5 henkilöllä.

Alle -1 D:n taittovirhe oli 63 henkilöllä oikeassa silmässä ja 64 henkilöllä vasemmassa silmässä. Vähäinen myopia,  $\geq -1$  D ja  $< -3$  D, oli 10 henkilöllä oikeassa ja 6 henkilöllä vasemmassa silmässä. Suuri myopia,  $\geq -3$  D, oli 4 henkilöllä oikeassa silmässä ja 7 henkilöllä vasemmassa.

Diabetes mellitus esiintyi 10 asiakkaalla ja 67 oli sellaisia, joilla sitä ei ollut. Muuttujien suorat jakaumat ja kuvailevat tunnusluvut ovat liitteessä 2.

## 8.2 iCare- ja Goldmann-tonometreilla mitatut silmänpaineet

Tässä tutkimuksessa yhtenä selvitettävänä asiana on verrata iCare-tonometrin silmänpaineen mittausarvoja Goldmann-tonometrin arvoihin. Jos iCare- ja Goldmann-mittarit mittaavat silmänpainetta yhdenmukaisesti, niin mittatulosten keskiarvojen pitäisi olla lähellä toisiaan.

Taulukko 2. Taulukko ICare- ja Goldmann-silmänpainemittausten keskiarvot ja hajonnat

	ICARE OIKEA	GOLDMANN OIKEA	ICARE VASEN	GOLDMANN VASEN
Keskiarvo	15,0	17,0	15,4	17,6
Keskihajonta	4,9	4,3	4,8	4,2
pienin arvo	7,0	8,0	7,0	8,0
suurin arvo	26,0	27,0	27,0	26,0
Yhteensä	77	77	77	77

Taulukosta 2 voidaan havaita, että iCare-mittauksien silmänpaineiden keskiarvo on pienempi kuin Goldmann-mittausten keskiarvo. Goldmann-mittauksella on saatu keskimäärin 2 yksikköä korkeammat silmänpaineet.

Silmänpaineen mittaustulosten eroavuuden tilastollista merkitsevyyttä on testattu kahden riippuvan otoksen t-testillä. Liitteessä 3 on suoritettujen t-testien tulokset ja painemittausten normaalijakautuneisuuden testaus.

Kolmogorov-Smirnov-testien perusteella silmänpainemittaukset ovat normaalisti jakautuneita. T-testiä voidaan käyttää. Testimuuttujan  $t$  arvoksi silmänpainemittausten eroavuudelle Goldmann oikea – iCare oikea saadaan  $t = -6.981$  ( $p < 0.001$ ). Vastaavasti mittausten eroavuudelle Goldmann vasen – iCare vasen testimuuttujan arvoksi saadaan  $t = -6.63$  ( $p < 0.001$ ). Testitulokset osoittavat, että mittareiden mittaustulokset eroavat tilastollisesti erittäin merkitsevästi toisistaan.

Seuraavaksi tarkastellaan mittareiden yhdenmukaisuutta kaavioiden avulla.

Ensimmäinen kaaviotyyppi on Goldmann-mittausten ja iCare-mittausten korrelaatiodiagrammi (Laadittu Excel-sovelluksella). Vaaka-akselilla on Goldmann -mittarin ja pystyakselilla ICare-mittarin silmänpaine arvot. (kuviot 7 ja 9)

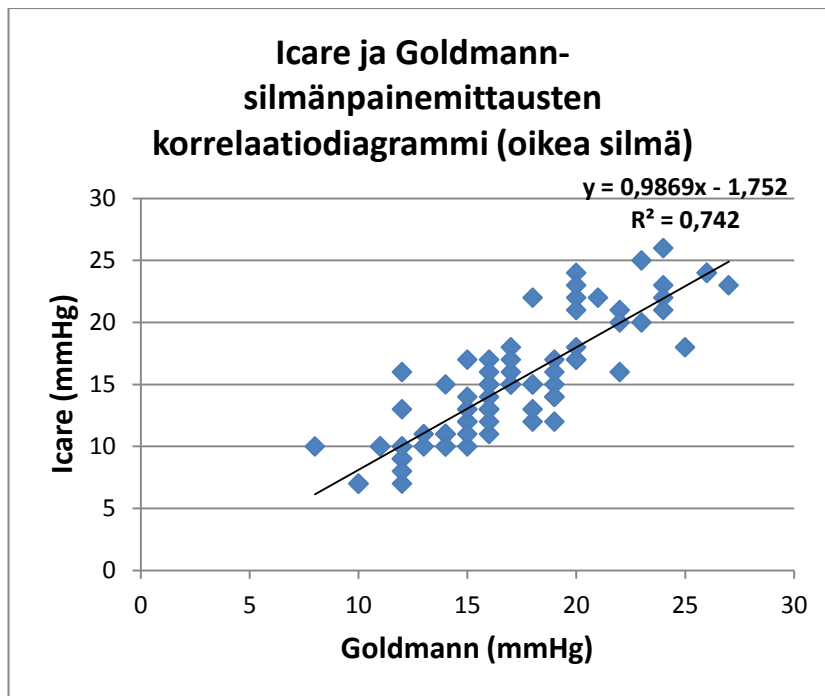
Toinen kaaviotyyppi on Bland-Altman-kaavio (laadittu SPSS-ohjelmistolla), jossa x-akselilla on Goldmann- ja iCare-mittausten keskiarvo (mmHg) ja y-akselilla Goldmann- ja ICare-mittausten erotus (mmHg). Bland-Altman kaavion avulla voidaan tarkemmin verrata kahden eri mittausmenetelmän yhdenmukaisuutta. Kaaviot on laadittu erikseen oikealle ja vasemmalle silmälle. (Kuviot 8 ja 10)

Taulukko 3. Goldmann ja iCare -mittatulosten erotuksen keskiarvot ja keskihajonnat.

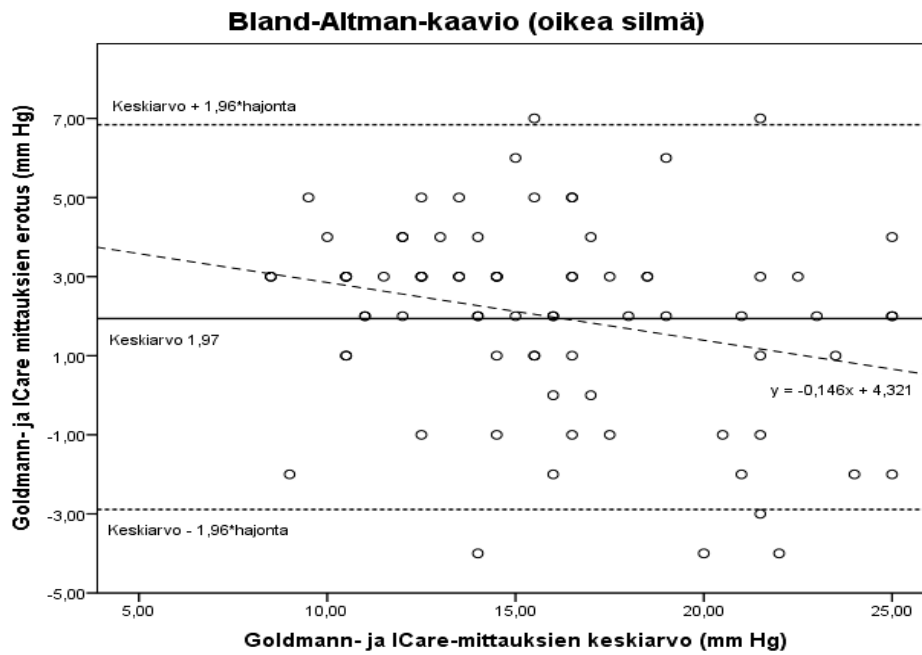
	GOLDMANN OIKEA SILMÄ- ICARE OIKEA SILMÄ	GOLDMANN VASEN SILMÄ - ICARE VASEN SILMÄ
Keskiarvo	2,0	2,2
Keskihajonta	2,5	2,9

Ihannetapauksessa mittareiden mittatulokset ovat lähes samat, jolloin havaintoparien erotusten keskiarvo on lähellä nollaa ja keskihajonta on pieni. Tässä tutkimuksessa keskiarvot ovat 2,0 (oikea silmä) ja 2,2 (vasen silmä) sekä keskihajonnat 2,5 (oikea silmä) ja 2,9 (vasen silmä) (Taulukko 3).

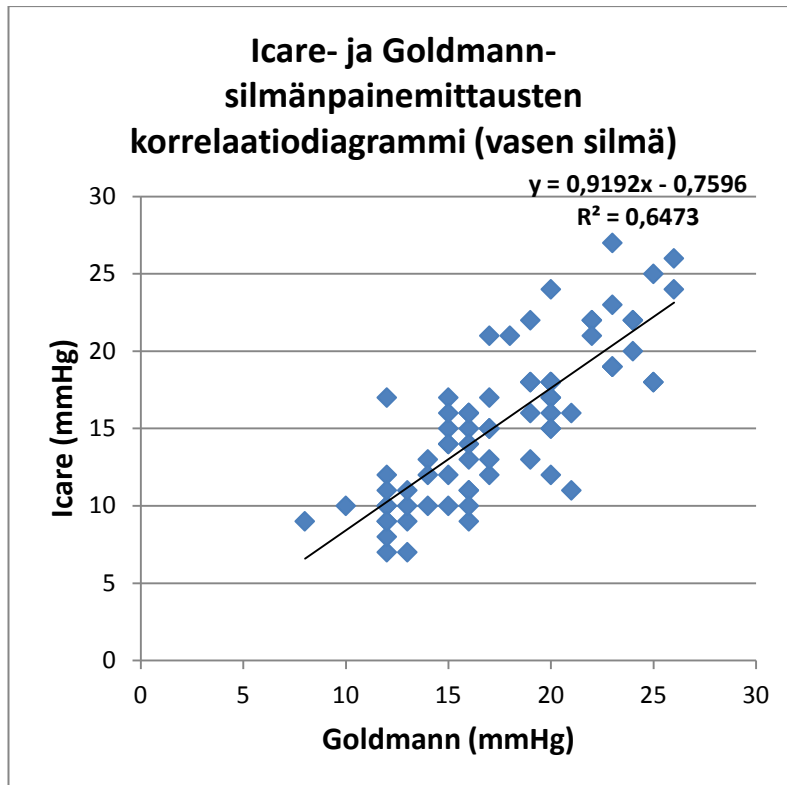
Saadaan seuraavat kaaviot:



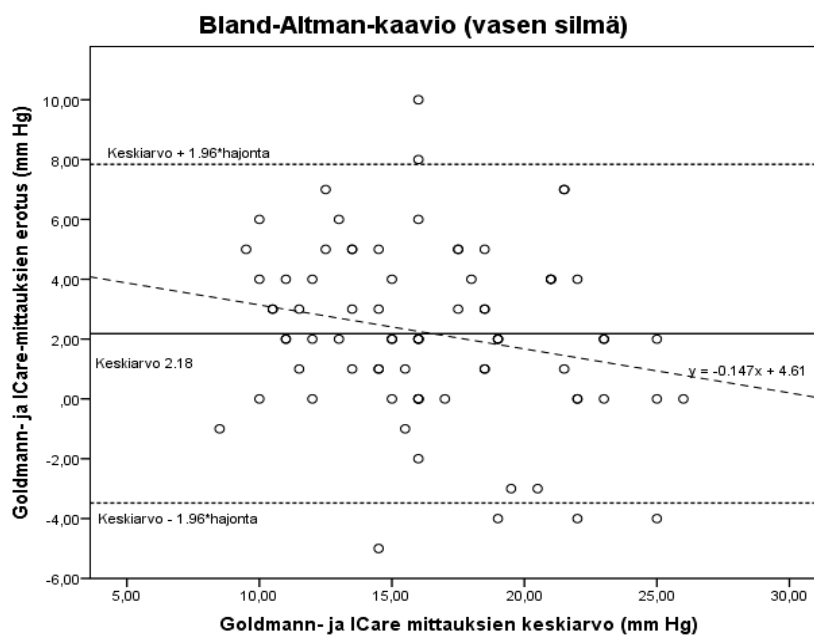
Kuvio 7. Oikean silmän iCare- ja Goldmann-mittausten korrelaatiogrammi



Kuvio 8. Oikean silmän Bland-Altman-kaavio



Kuvio 9. Vasemman silmän iCare- ja Goldmann-mittausten korrelaatiodiagrammi



Kuvio 10. Vasemman silmän Bland-Altman-kaavio

Korrelaatiodiagrammien (kuviot 7 ja 9) perusteella iCare ja Goldmann-silmänpainemittarit näyttävät mittaavan samansuuntaisesti silmänpainetta, vaikka mittatuloksissa onkin vaihtelua. Kuvioiden 8 ja 10 perusteella voidaan päätellä, että silmänpainearvojen ollessa pienempiä Goldmann-tonometri näyttää korkeampia lukemia kuin iCare. Suuremmilla silmänpaineiden arvoilla taas iCare:n ja Goldmannin tulokset ovat lähempänä toisiaan. Tätä tulosta tukee myös kaavioihin piirretyt regressiosuorat. Mittareiden antamien mittatulosten suurehko keskiarvoero (oikea silmä 2,0 ja vasen silmä 2,2) viittaa systemaattiseen virhetekijään (mittareiden kalibrointi, mittaustapa, mittausolosuhteet yms.)

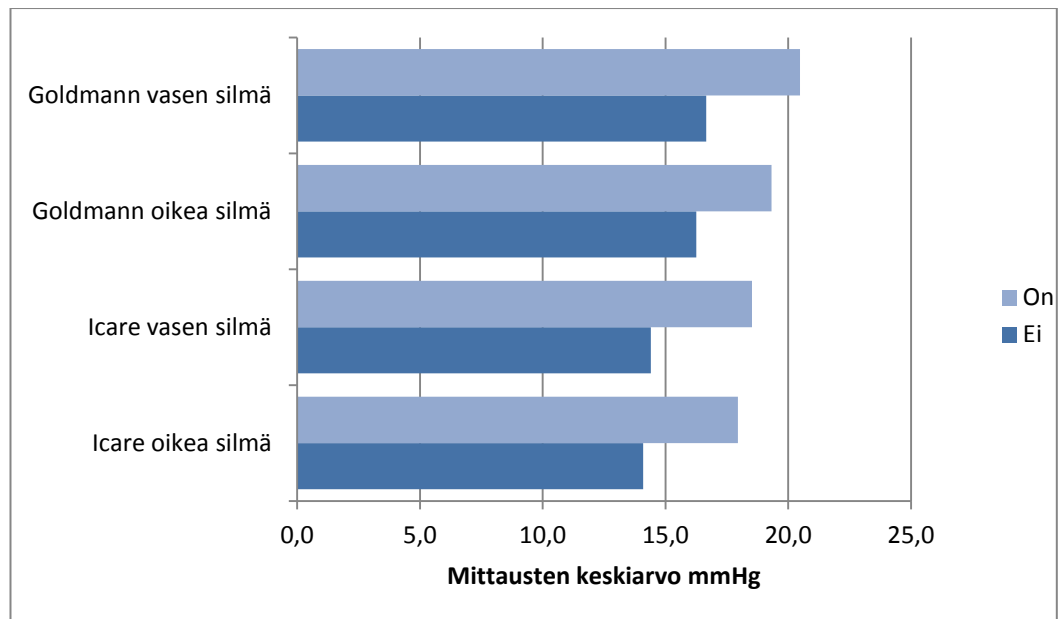
### 8.3 Sukurasite glaukooman riskitekijänä

Tutkimuspotilaista 25 %:lla (19 henkilöä) oli tiedossa glaukooma-sukurasite. Taulukossa 4 on esitetty silmänpainemittausten tulosten keskiarvot oikeasta ja vasemmasta silmästä, mittaukset tehtiin iCare- ja Goldmann-mittareilla. Tutkimuksen keskiarvojen vertailun perusteella glaukooma-sukurasite näyttäisi nostavan silmänpaineen arvoa keskimäärin lähes 4 mmHg:ä.

Taulukko 4. Sukurasite glaukooman riskitekijänä. iCare- ja Goldmann-mittareiden keskiarvot.

	EI GLAUKOOMAN SUKURASITETTA (N=58)	ON GLAUKOOMAN SUKURASITE (N=19)
iCare oikea silmä	14,1	17,9
iCare vasen silmä	14,4	18,5
Goldmann oikea silmä	16,3	19,3
Goldman vasen silmä	16,7	20,5

Kuviossa 11 on tulokset havainnollistettu pylväskuviona.



Kuvio 11. Silmänpainemittausten keskiarvot, kun glaukooma on suvussa riskitekijänä ja kun sukurasitetta ei ole.

Taulukoissa 5-8 on esitetty glaukooman sukurasite riskitekijänä, kun silmänpaine on jaettu 2 luokkaan  $\leq 21$  mmHg (normaali silmänpaine) ja  $>22$  mmHg (kohonnut silmänpaine). Silmänpaine on mitattu iCare:lla taulukoissa 5 ja 6 ja Goldmannilla taulukoissa 7 ja 8.

Taulukko 5. Sukurasite glaukooman riskitekijänä (iCare oikea silmä)

	ICARE OIKEA $\leq 21$	ICARE OIKEA $>22$	YHTEENSÄ
Ei glaukooma sukurasitetta	51 (88%)	7 (12%)	58
Glaukooma sukurasite	14 (74%)	5 (26%)	19
	65 (84%)	12 (16%)	77

Taulukko 6. Sukurasite glaukooman riskitekijänä (iCare vasen silmä)

	ICARE VASEN $\leq 21$	ICARE VASEN $>22$	YHTEENSÄ
Ei glaukooma sukurasitetta	52 (90%)	6 (10%)	58
Glaukooma sukurasite	14 (74%)	5 (26%)	19
	66 (86%)	11 (14%)	77



Taulukko 7. Sukurasite glaukooman riskitekijänä (Goldmann oikea silmä)

	GOLDMANN OIKEA ≤21	GOLDMANN OIKEA >22	YHTEENSÄ
Ei glaukooma sukurasitetta	50 (86%)	8 (14%)	58
Glaukooma sukurasite	14 (74%)	5 (26%)	19
	64 (83%)	13 (17%)	77

Taulukko 8. Sukurasite glaukooman riskitekijänä (Goldmann vasen silmä)

	GOLDMANN VASEN ≤21	GOLDMANN VASEN >22	YHTEENSÄ
Ei glaukooma sukurasitetta	50 (86%)	8 (14%)	58
Glaukooma sukurasite	11 (58%)	8 (42%)	19
	61 (79%)	16 (21%)	77

Sekä ICare:lla että Goldmann-tonometrilla mitattuna molempien silmien mittaustuloksista oli havaittavissa, että tutkimuspotilaan silmänpainetaso oli korkeampi, jos hänellä oli lähisuvussa silmänpainetauti. Tilastollisesti merkitsevä ero saatiin Goldmann-tonometrilla mitattuna vasemmasta silmästä. Khiin neliö-testin p-arvo=0,008 (liite 4). Sukurasite voi ennakoita glaukoomaa. Tuloksiin on kuitenkin suhtauduttava varovaisuudella, koska ryhmäkoot ovat pieniä.

#### 8.4 Exfoliaatiosyndrooma glaukooman riskitekijänä

Taulukossa 9 "exfoliaatio glaukooman riskitekijänä" on kaksi ryhmää. Ne, joilla ei ole silmässä exfoliaatiota ovat ryhmässä "exfoliaatio -" ja ne, joilla on exfoliaatiota ovat ryhmässä "exfoliaatio +".

Taulukko 9. Exfoliaatio glaukooman riskitekijänä. iCare- ja Goldmann-mittareiden keskiarvot.

	EXFOLIAATIO - (N=72)	EXFOLIAATIO + (N=5)
iCare oikea silmä	15,0	15,5
iCare vasen silmä	15,5	14,3
Goldmann oikea silmä	16,9	19,0
Goldman vasen silmä	17,5	18,5

Tutkimusaineistossa vain viidellä henkilöllä havaittiin exfoliaatiota. Goldmann näytti hieman suurempia arvoja silmänpaineissa exfoliaatioryhmässä, mutta kyse voi olla sattumasta, koska ryhmäkoko on pieni.

### 8.5 Myopia glaukooman riskitekijänä

Taulukossa 10 myopia glaukooman riskitekijänä on 3 ryhmää, joissa jako on tehty silmän taittovoiman mukaan. Jako on tehty Blue Mountains Eye Study-tutkimuksen mukaisesti. Suureksi tai keskisuureksi myopiaksi on määritelty  $\geq -3$  D, vähäiseksi myopiaksi  $\geq -1$  D ja  $< -3$  D ja muut taittovirheet ovat ryhmässä  $< -1$  D.

Taulukko 10. Myopia glaukooman riskitekijänä. iCare- ja Goldmann-mittareiden keskiarvot.

	<-1D (N=63)	$\geq -1$ D JA (N=10)	<-3D	$\geq -3$ D (N=4)
iCare oikea silmä	14,8	16,7		14,5
iCare vasen silmä	15,0	18,2		15,5
Goldmann oikea silmä	16,7	18,6		18,0
Goldman vasen silmä	17,1	19,9		19,0

iCare-mittarilla luokassa " $\geq -1$  D ja  $< -3$  D" silmänpaine arvot olivat 2-3 mmHg korkeammat kuin kahdessa muussa ryhmässä. Goldmann-mittarilla sekä suuren että vähäisen myopian ryhmissä silmänpaine oli noin 2 mmHg korkeampi kuin ryhmässä  $< -1$  D.

### 8.6 Diabetes glaukooman riskitekijänä

Taulukossa 11 on esitetty diabetes mellitus glaukooman riskitekijänä. Taulukossa on kaksi ryhmää. Ne, joilla ei ole diabetes mellitusta ovat ryhmässä "ei diabetes mellitus" ja ne, joilla on tauti ovat ryhmässä "diabetes mellitus".

Taulukko 11. Diabetes glaukooman riskitekijänä. iCare- ja Goldmann-mittareiden keskiarvot.

	EI DIABETES MELLITUS (N=67)	DIABETES MELLITUS (N=10)
iCare oikea silmä	15,0	15,6
iCare vasen silmä	15,3	16,3
Goldmann oikea silmä	16,8	18,3
Goldman vasen silmä	17,5	18,5

Tutkimuspotilaista kymmenellä oli diabetes. Diabetesryhmässä silmänpainetaso oli hieman korkeampi.

## 9 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tutkimuksessani havaitsin Goldmann-tonometrillä mitattujen arvojen olevan keskimäärin 2 mmHg korkeampia kuin iCarella mitattujen. Ero korostui alhaisemmissa silmänpainelukemissa. Tulos poikkeaa aiemmista julkaistuista tutkimustuloksista, joissa iCare-mittarilla mitatut silmänpaineet ovat olleet 0-2.5 mmHg korkeammat kuin Goldmann-tonometrillä. Vastaanottavan silmälääkärin Goldmann-tonometrin kalibrointi tarkistettiin ennen tutkimuksen alkua. iCare – mittari on varsin uusi ja näin ollen vasta kalibroitu. Goldmann-tonometrillä saatuja korkeampia arvoja voi selittää silmälääkärin mittaustekniikassa esiintyvä toistuva silmänpainetta nostava virhe. Tonometriassa on useita silmänpainetta nostavia virhemahdollisuuksia, kuten kohdassa 4.3 on tarkasteltu.

Muttuvelun ym. tutkimuksen mukaan silmänpainearvo riippuu iCare-mittarilla mitattuna sarveiskalvon kohdasta, johon mittarin kärki osuu. Reuna-alueilta mitatut arvot olivat 3-4 mmHg alhaisemmat kuin keskeltä sarveiskalvoa mitatut. Mittarin kärjen kohdistuminen sarveiskalvon reuna-alueelle mittaussuorituksessani voisi selittää osan tutkimuksessani saadun tuloksen erilaisuudesta verrattuna aiempiin vastaaviin tutkimustuloksiin.

Sukurasite tuli tutkimuksessani esille glaukoomaa lisäävänä riskitekijänä. Tutkimuspotilaista 25 %:lla (19 henkilöä) oli glaukoomaa lähisukulaisilla. Ryhmän koko tutkimusaineistossa oli riittävä. Silmänpainetaso oli lähes 4 mmHg

korkeampi sukurasite-ryhmässä sekä oikeassa että vasemmassa silmässä molemmilla silmänpaine-mittareilla mitattuna.

Muissa riskitekijöissä ei tullut merkitsevää eroa silmänpainearvoissa esille ryhmien pienuuden vuoksi.

## **10 Pohdinta**

Tutkimuspotilaista 25 %:lla oli suvussa silmänpainetauti. Väestössä glaukoomaa on yli 40-vuotiailla noin 2,8 %:lla. Tästä voi päätellä, että henkilöt, joilla on suvussa silmänpainetauti, hakeutuvat mitä ilmeisimmin useammin silmälääkärille tutkimuksiin verrattuna niihin, joilla ei ole sukurasitetta.

Tutkimuksessani glaukooman sukurasite nostaa silmänpainearvoja sekä iCare-että Goldmann-tonometreillä mitattuna keskimäärin 4 mmHg. Molemmilla tutkimuksessa käytetyillä tonometreillä saatiin saman suuntainen tulos siinä, että sukurasite on merkittävä glaukooman riskitekijä. Optikon olisikin erityisen tärkeää kysyä näöntarkastuksen yhteydessä jo 40 vuoden iästä alkaen kaikilta asiakkailta, onko suvussa silmänpainetauti. Vaikka silmänpaine ei olisikaan vielä reilusti koholla, kannattaisi harkita asiakkaan lähettämistä normaalia herkemmin silmälääkärille jatkotutkimuksiin. Huomiotavaa on myös se, että ei voida olettaa, että asiakas tietää glaukooman tarkoittavan silmänpainetauti. Tämän vuoksi kysymys asiakaalle on osattava muotoilla oikealla tavalla.

Toisinaan tulee eteen tilanne, jolloin asiakas ei ole kovin halukas menemään silmälääkärin tutkimukseen. Silmänpaineen mittausta on usein asiakkaalle hieman jännittävä toimenpide. Varsinkin vanhemmilta henkilöiltä on saatettu aikaisemmin mitata silmänpaine niin sanotulla ”puhkulla”. Asiakkaat muistavat ilmapuhauksen äkillisenä, säikäyttävänä ja hieman epämiellyttävänä kokemuksena, minkä seurauksena saattavat edelleen jännittää silmänpaineen mittausta myös uudemmilla (iCare) menetelmillä. Jännittämisen seurauksena

silmänpaine saattaa kohota. Silloin olisi hyvä suorittaa uusintamittaus toisena päivänä ottaen huomioon silmänpaineen vuorokausivaihtelut.

Glaukooman varhainen toteaminen on tärkeää, koska siitä aiheutuva näönmenetys voidaan estää, mikäli glaukooma todetaan ajoissa ja hoidetaan asianmukaisesti. Optikon suorittama silmänpaineenmittaus näöntarkastuksen yhteydessä on tärkeä seulontamenetelmä glaukoomassa. Optikon tulisi tarkastuksen yhteydessä seuloa myös potilaat, joilla on tavallista suurempi riski sairastua glaukoomaan.

Silmänpainemittauksien tulokset olivat molemmilla käytetyillä tonometreillä lähempänä toisiaan korkeammilla silmänpaine-arvoilla. On tärkeämpää tietää, että näöntarkastuksen yhteydessä mitattu painearvo on lähempänä totuutta, jos paine on koholla. Jatkossa voisin kehittää mittaustekniikkaa iCarella ja testata tutkimuksessa luvussa 5 mainittuja mittauspisteitä sarveiskalvolla. Silmänpaineen voi mitata asiakkaalta samasta silmästä sarveiskalvon keskeltä sekä viistosti sivulta ja vertaamalla näin saatuja silmänpaine-arvoja toisiinsa.

## 11 Lähteet

- American Health Assistance Foundation, Clarksburg, Maryland. Glaucoma treatments . Verkkodokumentti. Päivitetty 10.05.2012 <<http://www.ahaf.org/glaucoma/treatment/common>> . Luettu 7.11.2012.
- Bourne, Rupert RA. 2006. The Optic nerve head in glaucoma. Community Eye Health Journal. 2006 September; 19(59): 44-45.
- Ehrnrooth, Pia. 2005. Long-term outcome of trabeculectomy in primary open-angle glaucoma and exfoliation glaucoma. Väitöskirja 16.12.2005. Helsingin Yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta, silmätaudit.
- Ekström, Curt. 2010. Risk factors for incident open-angle glaucoma: a population-based 20-year follow-up study. Department of Neuroscience, Ophthalmology, University Hospital, Uppsala, Sweden. Acta Ophthalmologica Scand. 2012; vol 90: 316-321.
- Forsman, Eva. 2007. Perintotekijät vaikuttavat glaukoomaan sairastumisen riskiin. Helsingin yliopisto, väitöksiä. Suomen Lääkärilehti. Vsk 62, Nr: 51-52/2007, s.4806.
- Forsman, E – Cantor, RM – Lu, A – Eriksson, A – Fellman, J – Järvelä, I – Forsius, H.. 2007. Exfoliation syndrome: prevalence and inheritance in a subisolate of the Finnish population. Population Genetics Unit, Folkhälsan Institute of Genetics, Helsinki, Finland. Acta Ophthalmol Scand. 2007 Aug;85(5):500-7.
- Gillan, Stewart. 2009. Optic Disc Basics. Ninewells Hospital & Medical School, Dundee, UK. Verkkodokumentti. Päivitetty 3/2010. <[http://www.optic-disc.org/tutorials/optic\\_disc\\_basics/page12.html](http://www.optic-disc.org/tutorials/optic_disc_basics/page12.html)> Luettu 25.9.2012.
- Icare user's and maintenance manual. 2009. Icare Finland Oy. s.129-140.
- Kansaneläkelaitos. 2012. 114 Glaukooma. Verkkodokumentti. Päivitetty 01.01.2011. <<http://www.kela.fi/in/internet/suomi.nsf/alias/laake114>> Luettu 7.11.2012.
- Kivelä, Tero. Glaukooma. TherapiaFennica. Kandidaattikustannus Oy.

- Kontiola, Antti. 2007. Kimmoketonometri, helppo ja luotettava silmänpaineen mittauslaite. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim 2007; 12(21):2635-8.
- Kytö, Janne P. – Tommila, Petri. 2005. Silmänpohjan valokerroskuvaus. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2005; 121(15): 1645-52.
- Käypä hoito-suositus 2007. Glaukooma.
- Käypä hoito-suositus 2007. Sarveiskalvon paksuuden vaikutus silmänpaineeseen. Verkkodokumentti. Päivitetty 7.2.2007 Ulla Näpänkangas.< <http://www.kaypahoito.fi>> Luettu 15.6.2012.
- Mayo Clinic. 2012. Glaucoma definition. Verkkodokumentti. Päivitetty 2.10.2012. <<http://www.mayoclinic.com/health/glaucoma/DS00283>>. Luettu 6.11.2012.
- McGrath, Dermot. IOP Control; Goldmann under pressure as new tonometers come on stream. Eurotimes, Vol 17, Issue 6, s.8.
- Michell, P – Hourigan, F – Sandbach, J – Wang, JJ. 1999. The relationship between glaucoma and myopia: the Blue Mountains Eye Study. Department of Ophthalmology, University of Sydney, Westmead Hospital, NSW, Australia. Ophthalmology 1999 Oct; 106(10):2010-5.
- Moilanen, Jukka. 1996. Silmänpaineen mittaus. Helsingin yliopisto, silmätautien klinikka. Verkkodokumentti. Päivitetty 11.12.1996. <<http://www.helsinki.fi/~tekivela/opetus/tensio.html>>. Luettu 24.9.2012.
- Muttuvelu, Danson V. – Baggesen, Kirsten – Ehlers, Niels. 2010. Precision and accuracy of the Icare tonometer – Peripheral and central IOP measurements by rebound tonometry. Acta Ophthalmologica 2012; 90: 322-326.
- Näkövammaisten Keskusliitto ry. Näkövammarekisterin vuosikirja 2010. Verkkodokumentti. Päivitetty 2010. <<http://www.nkl.fi/fi/etusivu/ajankohtaista/julkaisu/vkirja2010/7152>>. Luettu 25.8.2012.
- O’hEineachain, Roibeard. Beyond IOP; New treatment strategies on the horizon which address other aspects of glaucoma’s pathophysiology. Eurotimes, Vol 17, Issue 6, s.4-6.

- Pfizer. 2010. Glaukooma. Silmän rakenne. Verkkodokumentti.  
<<http://www.glaukooma.com/silmanrakenne.html>>. Luettu 4.9.2012.
- Saarela, Ville. 2010. Uusi menetelmä glaukooman seurantaan. Oulun yliopisto.  
Suomen lääkärilehti; vsk 65; Nr: 45/2010; s. 3712.
- Saari, K.M. 1995. Silmätautioppi. Vantaa 1995. Kandidaattikustannus.  
Tummavuoren Kirjapaino Oy. s;. 121-122; 129-138; 153; 172.
- Schuster, Bradley L.. 2005. How Glaucoma Affects the Optic Nerve. University  
of Colorado, Health Sciences Center. Glaucoma Research Foundation.  
Gleams; May 2005. Verkkodokumentti.  
<<http://www.glaucoma.org/glaucoma/the-optic-nerve-questions-and-answers-from-dr-bradley-schuster.php>>. Luettu 4.9.2012.
- Seppänen, Matti. 2010. Silmänpainetauti (glaukooma). Terveyskirjasto.  
Verkkodokumentti. Päivitetty 30.11.2011.  
<[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00452&p\\_haku=silmänpainetauti](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00452&p_haku=silmänpainetauti)> Luettu 25.8.2012.
- Suomen Silmälääkäriyhdistys ry ja Suomen Glaukoomaseura ry 2002.  
Glaukooma. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2002; 118(18):  
1922-1935.
- The Eye Digest. Glaucoma causes Optic Nerve Cupping (atrophy) and Vision  
Loss. Clinical Triad of Glaucoma. University of Illinois Eye & Ear Infirma-  
ry. Verkkodokumentti. Päivitetty 18.7.2012.  
<<http://www.agingeye.net/glaucoma/glaucomainformation.php>> Luettu  
29.4.2012.
- Tuulonen, Anja. 1992. Miten avokulmaglaukooma diagnosoidaan?  
Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim 1992; 108(19): 1701.
- Vesti, Eija. 2009. Glaukooma. Sairauksien ehkäisy. Terveyskirjasto.  
Verkkodokumentti. Päivitetty 13.1.2009.  
<[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=seh00056&p\\_haku=glaukooma](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=seh00056&p_haku=glaukooma)> Luettu 6.9.2012.
- Vesti, Eija. 1995. Glaukooman diagnostiikka ja hoito. Lääketieteellinen  
aikakauskirja Duodecim 1995; 111(11): 1059.



## **Suostumus potilastietojen käsittelemiseen optikon opinnäytetyötä varten Metropolia ammattikorkeakoulussa.**

Opinnäytetyö toteutetaan yhteistyössä Mikkelin Instrumentariumissa vastaanottavan silmälääkärin Eeva Collinin kanssa.

Työn tarkoituksena on vertailla kahdella erilaisella silmänpainemittarilla mitattuja silmänpainearvoja ja tutkia optikon lähetysperusteita silmälääkärille silmänpaineen vuoksi.

Mittaan ennen silmälääkärin tutkimusta Icare- mittausseläimellä silmänpaineet ja silmälääkäri mittaa tutkimuksen yhteydessä Goldmann-silmänpainemittarilla paineet.

Tutkimus valmistuu vuoden 2012 loppuun mennessä.

Tiedot käsitellään täysin luottamuksellisesti eivätkä henkilötiedot käy ilmi työssä.

Opinnäytetyön tekijä: Pirjo Hyvärinen, Metropolia AMK

Yhteistyösilmälääkäri: Eeva Collin

### **Tiedot**

Nimi: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ikä: \_\_\_\_\_

Onko suvussa silmänpainetauti: kyllä / ei

Diabetes: kyllä / ei

### **Silmälääkärin potilastiedoista**

Exfoliaatio: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Myopia: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **Mittaustulokset**

Icare: \_\_\_\_\_

Goldmann: \_\_\_\_\_

Annan suostumuksen potilastietojeni käsittelemiseen opinnäytetyötä varten.

Mikkelissä \_\_\_\_/\_\_\_\_ 2012.

\_\_\_\_\_

Allekirjoitus ja nimen selvennys

Liite 2 sivu 1. Muuttujien jakaumat ja tunnusluvut

**Sukupuoli**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Nainen	57	74,0	74,0	74,0
Mies	20	26,0	26,0	100,0
Total	77	100,0	100,0	

**Myopia\_oikea**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid <-1D	63	81,8	81,8	81,8
>-1D ja <-3D	10	13,0	13,0	94,8
>-3D	4	5,2	5,2	100,0
Total	77	100,0	100,0	

**Myopia\_vasen**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid <-1D	64	83,1	83,1	83,1
>-1D ja <-3D	6	7,8	7,8	90,9
>-3D	7	9,1	9,1	100,0
Total	77	100,0	100,0	

**Exfoliaatio\_oikea**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Ei exfoliaatio	73	94,8	94,8	94,8
On exfoliaatio	4	5,2	5,2	100,0
Total	77	100,0	100,0	

**Exfoliaatio\_vasen**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Ei exfoliaatio	73	94,8	94,8	94,8
On exfoliaatio	4	5,2	5,2	100,0
Total	77	100,0	100,0	

Liite 2 sivu 2

**GI\_sukurasite**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Suvussa ei glaukoomaa	58	75,3	75,3	75,3
Valid Suvussa glaukoomaa	19	24,7	24,7	100,0
Total	77	100,0	100,0	

**Diabetes**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Ei diabetes	67	87,0	87,0	87,0
Valid On diabetes	10	13,0	13,0	100,0
Total	77	100,0	100,0	

**Descriptive Statistics**

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Icare_oikea	77	7	26	15,04	4,884
Icare_vasen	77	7	27	15,42	4,827
Goldmann_oikea	77	8	27	17,01	4,263
Goldmann_vasen	77	8	26	17,60	4,225
Ikä	77	41	81	63,13	9,769
Valid N (listwise)	77				

## Liite 3

Kolmogorov-Smirnov-testit silmänpainemuuttujien normaalisuuden testaamiseksi:

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		lcare_oikea	lcare_vasen	Goldmann_oikea a	Goldmann_vasen
N		77	77	77	77
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	15,04	15,42	17,01	17,60
	Std. Deviation	4,884	4,827	4,263	4,225
	Absolute	,103	,085	,113	,115
Most Extreme Differences	Positive	,103	,085	,113	,115
	Negative	-,084	-,058	-,055	-,079
Kolmogorov-Smirnov Z		,907	,747	,995	1,008
<b>Asymp. Sig. (2-tailed) p-arvo</b>		<b>,383</b>	<b>,633</b>	<b>,275</b>	<b>,262</b>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Riippuvien otosten t-testit:

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Goldmann_oikea	17,01	77	4,263	,486
	lcare_oikea	15,04	77	4,884	,557
Pair 2	Goldmann_vasen	17,60	77	4,225	,481
	lcare_vasen	15,42	77	4,827	,550

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Goldmann_oikea & lcare_oikea	77	,861	,000
Pair 2	Goldmann_vasen & lcare_vasen	77	,805	,000

**Paired Samples Test**

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed) p-arvo
		Mean	Std. Dev.	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Gold_oikea	-1,97	2,481	,283	1,411	2,537	6,981	76	,000
	lcare_oikea	4							
Pair 2	Gold_vasen	-2,18	2,887	,329	1,527	2,837	6,632	76	,000
	lcare_vasen	2							

Liite 4. Ristiintaulukointi ja Khiin neliötesti

Crosstab

			Goldvas		Total
			1,00	2,00	
GI_sukurasite	Suvussa ei glaukoomaa	Count	50	8	58
		% within GI_sukurasite	86,2%	13,8%	100,0%
	Suvussa glaukoomaa	Count	11	8	19
		% within GI_sukurasite	57,9%	42,1%	100,0%
Total		Count	61	16	77
		% within GI_sukurasite	79,2%	20,8%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	6,969 <sup>a</sup>	1	,008		
Continuity Correction <sup>b</sup>	5,355	1	,021		
Likelihood Ratio	6,295	1	,012		
Fisher's Exact Test				,019	,013
Linear-by-Linear Association	6,878	1	,009		
N of Valid Cases	77				

a. 1 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,95.

b. Computed only for a 2x2 table