

Pauliina Lahtinen, Jutta Liimatta

# Optomed Avenue -ohjelmisto diabeettisen retinopatian seulontaan

Kyselytutkimus optikoille ja optisen alan asiantuntijalle ohjelmistosta

---

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Optometrismi (AMK)

Optometria

Opinnäytetyö

31.3.2018

Tekijät Otsikko  Sivumäärä Aika	Pauliina Lahtinen ja Jutta Liimatta Optomed Avenue -ohjelmisto diabeettisen retinopatia seulontaan – Kyselytutkimus optikoille ja optisen alan asiantuntijalle ohjelmistosta  38 sivua + 5 liitettä 31.03.2018
Tutkinto	Optometrismi (AMK)
Koulutusohjelma	Optometrian tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Optometria
Ohjaajat	Yliopettaja Kaarina Pirilä Lehtori Johanna Valtanen
<p>Opinnäytetyömme tarkoituksena on esitellä optisella alalla vasta lanseerattu tekoälyyn pohjautuva diabeettisen retinopatian online-seulontapalvelu. Diabetesta sairastaa tänä päivänä liki 500 000 suomalaista ja määrä on kasvussa, sillä ihmisten elinikä on noussut. Tämän seurauksena myös diabeettinen retinopatia on lisääntynyt. Henkilö voi sairastaa diabetesta hyvinkin pitkään tietämättään siitä, jolloin myös diabeettinen retinopatia voi edetä näköä heikentävään vaiheeseen ennen kuin tarvittava hoito ehditään aloittamaan. Diabeteksen hoitoon kuuluu säännöllinen silmänpohjakuvaus, mikä tehdään pääsääntöisesti terveydenhuollossa. Viime vuosina silmänpohjakuvaukset ovat yleistyneet myös optikkoliikkeissä osana näöntutkimusta. Kuvaaminen on hyödyllistä, sillä sen perusteella voidaan lähettää asiakas tarvittaviin jatkotutkimuksiin. Opinnäytetyömme tavoitteena on tuoda tekoälyn tuomat käyttömahdollisuudet optiselle alalle työskentelyn tueksi. Vertailemme työssämme omia käyttökokemuksiamme, sekä asiantuntijan ja optikoiden näkökulmaa haastatteluiden perusteella.</p> <p>Teoriaosassa kerromme silmänpohjan rakenteesta, diabeteksestä ja sen aiheuttamista muutoksista silmässä, kuvantamismenetelmistä sekä Optomed Avenue -ohjelmasta. Tutkimusosuus on toteutettu laadullisena eli kvalitatiivisena tutkimusmenetelmänä. Lopuksi analysoimme haastatteluista saatuja vastauksia ja vertailemme niitä omiin käyttökokemuksiimme.</p> <p>Optikoille tehdyssä kyselyssä selvisi, että Optomed Avenue -ohjelmiston analyysia pidettiin luotettavana. Asiakkaiden uskottiin arvostavan ohjelmiston käyttöä, ja sen uskottiin tuovan lisää luottamusta optikon tekemään näöntutkimukseen. Kyselyyn vastanneet uskoivat ohjelmiston olevan tulevaisuudessa apuna optikon työssä ja terveydenhuollossa.</p> <p>Opinnäytetyömme aihe on hyvin ajankohtainen, minkä vuoksi halusimme tuoda sen työelämässä työskentelevien optikoiden tietoisuuteen. Tulevaisuudessa ohjelman tarkoitus on säästää terveydenhuollon resursseja.</p>	
Avainsanat	Diabetes, retinopatia, tekoäly, silmänpohjan kuvantaminen

Authors Title Number of Pages Date	Pauliina Lahtinen, Jutta Liimatta Optomed Avenue -software for the screening of diabetic retinopathy – A survey study about the software for opticians and specialist in optic industry. 38 pages + 5 appendices March 2018
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Optometry
Specialisation option	Optometry
Instructors	Kaarina Pirilä, Principal Lecturer Johanna Valtanen, Senior Lecturer
<p>The purpose of our thesis is to introduce a diabetic retinopathy online screening service that is based on artificial intelligence. This online screening service was recently launched in optic industry. Nowadays there are almost 500 000 Finnish people with diabetes and the number is constantly increasing. This is because people's life expectancy has increased. A person can suffer from diabetes for a very long time without knowing it, which is the reason why diabetic retinopathy can progress into vision loss before necessary treatment can get started. Regular retinal screening is part of diabetes treatment. As a rule, it is done in public health care. Retinal screening has become more common in optic shops as part of eye examination in recent years. Retinal screening is useful because it helps to diagnose possible retina changes and enables sending the customer to more investigations if needed. The target of our thesis is to utilise artificial intelligence to support working in optic industry. In our thesis, we are comparing our own user experiences with experts' and opticians' viewpoints based on interviews.</p> <p>In the theory part of the thesis, we introduce the structure of retina, diabetes and changes caused by it in the eye, retinal screening methods and Optomed Avenue –software. The examination part has been implemented as a qualitative research method. At the end of the thesis, we analyse the interview answers and compare them with our own user experiences.</p> <p>Based on the results of the interview, the opticians thought the analysis of the Optomed Avenue -software is reliable. Customers were believed to appreciate the use of the software, and it was believed to give more reliability to opticians' eye examination. The respondents believe that the software will be of assistance in optician's work in the future.</p> <p>The subject of our thesis is very current. Thus, we wanted to bring it to the knowledge of opticians currently in working life. In addition, retinal screening may even help save resources in public health care.</p>	
Keywords	diabetes, retinopathy, artificial intelligence, retinal screening

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Silmänpohja	3
2.1	Suonikalvo	3
2.2	Verkkokalvo	4
2.3	Näköhermo	4
2.4	Verisuonitus	6
3	Silmänpohjan tutkiminen	7
3.1	Oftalmoskopia	7
3.2	Suora oftalmoskopia	8
3.3	Epäsuora oftalmoskopia	9
3.4	Silmänpohjan kuvantaminen	9
4	Diabetes	11
4.1	Diabetestyytit	12
4.2	Diabeteksen yhteiskunnalliset vaikutukset ja ennaltaehkäisy	13
5	Diabeettinen retinopatia ja makulopatia	14
5.1	Diabeettisen retinopatian muodot	15
5.2	Diabeettinen makulopatia	16
5.3	Diabeettisen retinopatian ennaltaehkäisy ja hoito	17
6	Optomed Avenue -ohjelmisto	19
6.1	Algoritmi ja tekoälyteknologia Optomed Avenuessa	19
6.2	Optomed Avenuen käyttö	20
7	Teemahaastattelut	24
7.1	Ohjelmiston luotettavuus	25
7.2	Lisäarvo näöntutkimukselle	26
7.3	Tulevaisuus terveydenhoitoalalla	28
7.4	Yhteenveto	29
8	Pohdinta	32

Liitteet

Liite 1. Saatekirje Optomed Avenue -ohjelmiston käyttäjille

Liite 2. Saatekirje Optomed Avenue -kyselyyn osallistujille

Liite 3. Asiantuntijahaastattelu Optiikka Juurinen Oy:n Timo Juuriselle

Liite 4. Haastattelukysymykset Optomed Avenue -ohjelmiston käyttäjälle

Liite 5. Haastattelukysymykset Optomed Avenue -ohjelmistosta työelämäosaajille

## 1 Johdanto

Diabetesta sairastavien lukumäärä on viime vuosina kasvanut, ja sitä sairastaa lähes 500 000 suomalaista. Tähän on pitkälti syynä ihmisten eliniän nousu, elintason paraneminen ja liikunnan väheneminen. Tästä syystä diabeteksen silmänsairautta eli diabeettista retinopatiaa ilmenee entistä enemmän. Diabeettinen retinopatia on aluksi oireeton ja se on yleisin syy työikäisten sokeutumiselle. Henkilö voi sairastaa diabeettista retinopatiaa pitkään tietämättään siitä, ja se voi täten edetä näköä heikentävään vaiheeseen ennen kuin hoitoja ehditään aloittamaan.

Diabeteksen ja diabeettisen retinopatian yleistymisen seurauksena suomalainen Optomed Oy on kehittänyt markkinoille tekoälyn avulla diabeettista retinopatiaa seulovan online -ohjelmiston, Optomed Avenuen. Ohjelmisto havaitsee diabeettisen retinopatian alkuvaiheita silmänpohjasta eli verenvuotoja ja mikroaneurysmia. Optomed Avenue ei kuitenkaan diagnosoi vaan toimii optikoiden ja silmälääkärien apuna retinopatian seulonnassa.

Opinnäytetyömme keskeisimpinä tavoitteina on kuvata ohjelmiston hyödyllisyyttä terveydenhoitoalalla tulevaisuudessa, sekä sen luotettavuutta ja kannattavuutta. Haastattelemme Optomed Avenuetä käyttävää optikkoa ohjelmiston toimivuudesta, sekä asiantuntijaa Timo Juurista sen kehitysehdotuksista ja millaisena hän näkee diabeettisen retinopatian seulonnan tulevaisuudessa. Lisäksi haastattelemme optikoita, jotka eivät ole käyttäneet ohjelmaa, millaisena he kokevat kyseisen ohjelmiston. Analysoimme lopuksi myös omia käyttökokemuksiamme.

Opinnäytetyömme lopullinen aihe muovautui opinnäytetyön ohjaajiemme ja työelämäkumppanimme avustuksella. Työelämäkumppaneina toimivat Timo Juurinen Optiikka Juurinen Oy:sta ja Christoffer Nyman Optomed Oy:sta. Juuriselta saimme lisätietoa Optomed Avenuesta sekä haastattelimme häntä ohjelmistoon liittyen. Nymanin kautta saimme tarkempaa tietoa ohjelmistossa käytettävästä algoritmista ja sen toimivuudesta. Lisäksi hän antoi meille käyttäjätunnukset Optomed Avenueen, jotta pääsimme testaamaan ohjelmiston toimivuutta.

Opinnäytetyömme koostuu teoriaosuudesta, jossa kerromme silmänpohjan rakenteesta, silmänpohjan kuvantamisesta, diabeteksestä, diabeettisesta retinopatiasta sekä itse Optomed Avenue -ohjelmistosta ja näiden jälkeen teemahaastatteluista. Avaamme tekstissä tietoa diabetekseen ja retinopatiaan liittyen, sekä miksi Optomed Avenue -ohjelmisto on kehitetty ja miten se toimii. Vertailemme ja analysoimme haastattelujen tuloksia kvalitatiivisin eli laadullisin tutkimusmenetelmin. Työn lopussa analysoimme omia mielipiteitä ohjelmasta ja sen jatkotutkimusehdotuksia.

## 2 Silmänpohja

Jotta silmänpohjan rakennetta voidaan tutkia ja muutoksia analysoida, tulee sen rakenne tuntea hyvin. Optometristin tulee tietää mahdolliset silmänpohjan sairaudet, niiden tyypilliset oireet ja tunnistaa muutokset silmänpohjassa sekä osata ohjata asiakas tarvittaessa jatkotutkimuksiin. Varhaisen diagnosoinnin ja hoidon ansiosta näkökyky pystytään usein säilyttämään. Tässä luvussa käsittelemme silmänpohjan eri rakenteita. Olemme jakaneet sen neljään eri osaan, jotka ovat suonikalvo, verkkokalvo, näköhermo ja verisuonitus.

### 2.1 Suonikalvo

Suonikalvo sijaitsee kovakalvon ja Bruchin kalvon välissä. Se on hyvin ohut, verisuonekas sekä erittäin pigmentoitunut. Suonikalvon tärkein tehtävä on ravita ulointa osaa verkkokalvosta. Se myös estää valon heijastumista takaisin verkkokalvolta, minkä ansiosta se parantaa näkemistä. Suonikalvon kautta kulkevat myös siliaariverisuonet ja hermot silmän etuosaan ja sieltä takaisin. Suonikalvon verenkierto koostuu pääasiassa pitkistä ja lyhyistä verisuonista ja hermoista. Sen on myös todettu osittain säätelevän silmän lämpötilaa. (Forrester, Dick, Mcmenamin, Roberts & Pearlman 2016: 55-58.)

Suonikalvo jaetaan kolmeen erilaiseen kerrokseen, joista ensimmäinen on Bruchin kalvo. Se sijaitsee pigmenttiepiteelin alla ja toimii suojamuurina verkkokalvolle suojaen sitä. Ikään liittyvät muutokset, kuten silmänpohjan rappeumassa aiheutuvat lipidi kertymät eli drusenit voivat vahingoittaa Bruchin kalvoa. Sen alla toisena kerroksena sijaitsee hiussuonikerros, joka ravitsee verkkokalvon uloimpia osia. Hiussuonikerros muodostuu tiivistä kapillaariverkosta. Tämän alla sijaitsee vielä suonikalvon kolmas kerros, verisuonikerros eli strooma. Siellä on suonikalvon suurimmat verisuonet, kollageenisäikeet, fibroplastit sekä melanosyytit. Suonikalvon pigmentti ja tummuus aiheutuu melanosyyteistä. Melanosyytien määrä ja suonikalvon pigmentti on rodullisesti erilaista. (Forrester ym. 2016: 55-58.)



## 2.2 Verkkokalvo

Verkkokalvo on silmän takimmaisen osan hermokudoskerros, joka muuttaa ympäristöstä tulevan informaation hermoimpulsseiksi ja välittää ne aivoille analysoitavaksi. Verkkokalvo jaetaan kahteen erilaiseen kerrokseen, jotka ovat sensorinen verkkokalvo ja pigmenttiepiteeli. Sensorinen verkkokalvo on kiinnittynyt tiukemmin näköhermon alueella sekä ora serrataan, joka on verkkokalvon ulkolaidalla. (Forrester ym.2016: 38.)

Nämä kaksi kerrosta jaetaan vielä eri kerroksiin. Näitä kerroksia ovat sisempi rajakalvo, hermosykerros, gangliosolukerros, sisempi verkkomainen kerros, sisempi tumakerros, ulompi verkkomainen kerros, ulompi tumakerros, ulompi rajakalvo, valoaistinsolukerros sekä pigmenttiepiteeli. (Kivelä 2011: 25-28.)

Verkkokalvo itsessään koostuu kahdesta alueesta, keski- ja reuna- alueesta. Keski-alue on ympyrän muotoinen, näköhermosta lähtevien verisuonien ympäröimä 5-6 mm kokoinen tarkan näkemisen alue, jota kutsutaan makulaksi. Se muodostuu useammasta gangliosolukerroksesta. Makulan keskellä sijaitsee fovea, joka on n. 1,5 mm kokoinen alue. Verkkokalvon paksuin kohta sijaitsee fovean reunalla. Fovean keskellä sijaitsee n. 0,35 mm kokoinen tarkan näkemisen alue, jota kutsutaan foveolaksi. Tarkan näkemisen alueella valoa aistivat solut ovat pelkästään tappeja. Ne ovat järjestäytyneet hyvin tiheästi foveolalle. Reuna-alue, eli perifeerinen verkkokalvo kattaa keskeisen verkkokalvon ulkopuolelle jäävän osan. Reuna-alueella on runsaasti sauvasoluja ja se muodostuu ainoastaan yhdestä gangliosolukerroksesta. Ora serrataan tultaessa verkkokalvo ohentuu ja muuttuu pigmentittömäksi epiteeliksi. (Forrester ym. 2016: 38-39.)

## 2.3 Näköhermo

Näköhermo on juoste aivojen valkeaa ainetta, jota ympäröi aivo-selkäydinnesteestä ja aivokalvosta muodostuva näköhermon tupp. Se vie verkkokalvolle muodostuneen hermoimpulssin näköaivokuoreen. Näköhermon aksonit lähtevät näköhermonpään gangliosoluista. 90 % silmästä lähtevistä aksoneista ovat foveaalisten hermosäikeiden ympäröimiä. Näköhermonpäästä aksonit kulkevat näköhermoa pitkin silmäkuopan läpi, ylittäen myös näköhermon kanavan aina kitaluuhun asti. Näköhermo on anatomisesti ainutlaatuinen osa, sillä se on ainoa keskushermoston osa, joka lähtee kallon ontelosta

ja on kliinisesti nähtävissä. Silmäkuopan silmävaltimon hiussuonet tuovat verta näköhermon tupen sisäkalvoon, verkkokalvon keskusvaltimo näköhermon sisäosiin sekä suonikalvon valtimot ja takimmaisat siliarivaltimot suonittavat näköhermon nystyä. Näköhermo voidaan jakaa neljään osaan, jotka ovat intraokulaarinen (silmänsisäinen), orbitaalinen (silmäkuopansisäinen), intrakanikulaarinen (näköhermon kanavassa sijaitseva) ja intrakraniaalinen (kallonsisäinen) osa. (Forrester ym. 2016: 59; Kivelä 2011: 30.)

Intraokulaarinen osa kulkee näköhermon nystystä kovakalvon takaosaan. Tällä alueella ei ole näköaistimusta, mikä selittääkin näköhermon nystyn eli papillan olevan näkökentän sokea piste. Sen halkaisija on noin 1,5 mm. Näköhermon nystyn keskiosa sisentyy näköhermon keskikuopaksi eli kupiksi. Sen koko on normaalisti enintään puolet näköhermon nystyn halkaisijasta. Näköhermon aksonit eivät ole myelinisoituneita tässä näköhermon osassa. Intraokulaarinen osa on pituudeltaan 1 mm ja se voidaan jakaa vielä pidemmälle retinaaliseen, suonikalvolliseen ja skleraalseen osaan. (Forrester ym 2016: 59, 61; Kivelä 2011: 30.)

Orbitaalinen osa jää kovakalvon taakse. Tässä osassa näköhermon hermosyistä muodostuu säännöllisiä kimppuja. Hermosyyt ovat myelinisoituneita eli myeliinitupellisia kovakalvon tasolle asti. (Kivelä 2011: 30) Orbitaalista näköhermon osaa peittää aivokalvon kolme kerrosta: pehmytkalvo, lukinkalvo ja kovakalvo. Silmäkuopassa näköhermo asettuu S-kirjaimen muotoon, mikä mahdollistaa suuren määrän liikettä ilman, että näköhermo joutuisi venymään. Orbitaalinen osa on pituudeltaan 25-30 mm. (Forrester ym. 2016: 59, 61.)

Näköhermon intrakanikulaarinen osa alkaa silmäkuopan kärjestä ja muodostuu näköhermon kanavasta, jossa kulkevat silmävaltimo sekä sympaattiset hermot. Aivokalvo *dura* eli kovakalvo näköhermon ympärillä jakautuu silmäkuopan aukossa ja valtaosa jatkaa näköhermon duraalisena "peittona" näköhermon kanavassa. Ohuempi osa sekoittuu silmäkuopan ympärille. Intrakanikulaarinen osa on 4-10 mm pitkä. (Forrester ym. 2016: 59, 61.)

Intrakraniaalinen osa sijoittuu näköhermon kanavan ja näköhermon ristin väliin. Kyseinen näköhermon risti sijoittuu turkinsatulan kohdalle kallon keskikuoppaan. Tämä osa on silmien näköhermojen risteyskohta nenänpuoleisen verkkokalvon aksoneille. Ohimonpuoleisen verkkokalvon aksonit kuitenkin kulkevat samanpuoleiseen

juosteavanaan. (Kivelä 2011: 32.) Intrakraniaalisen osan pituus on 10 mm (Forrester ym. 2016: 59).

#### 2.4 Verisuonitus

Silmänpohjaa verisuonittaa kaksi erilaista verisuonistoa, jotka ovat verkkokalvon verisuonet ja siliariverisuonet. Nämä molemmat nousevat silmävaltimosta, joka on sisemmän kaulavaltimon haara. Verkkokalvon verisuoniin luetaan verkkokalvon keskusvaltimo, verkkokalvon keskuslaskimo ja näiden haarat. Verkkokalvon keskusvaltimo kulkee näköhermoa pitkin ja kulkee silmään näköhermon nystystä. Se ja sen haarat sijaitsevat verkkokalvon hermosyykerroksessa. Verkkokalvon sisempi osa on verisuonittunut, mutta ulompi osa ei. Fovean puolestaan ei ole verisuonittunut. Verkkokalvon keskuslaskimo vie laskimoveren pois päin silmästä ja sekin kulkee näköhermoa pitkin keskusvaltimon tavoin. (Skalicky 2016: 167-169.)

Siliariverisuonet jaetaan lyhyisiin takimmaisiiin siliarivaltimoihin, pitkiin takimmaisiiin siliarivaltimoihin ja etummaisiiin siliarivaltimoihin. 10-20 lyhyttä takimmaista siliarivaltimoa suonittavat suonikalvoa ja näköhermon nystyä. Ne muodostavat näköhermon ympärille niin kutsutun Zinn-Hallerin kehän. Pitkät takimmaiset siliarivaltimot ravitsevat sädekehää, värikalvoa ja suonikalvon etuosaa. Seitsemän etummaista siliarivaltimoa vievät ravinteikasta verta suonikalvoston etuosiin. Ne kulkevat ulkoisissa silmälihaksissa ja niitä onkin kaksi jokaista silmälihasta kohden. Poikkeuksena on kuitenkin ulkosuora silmälihas, jota suonittaa vain yksi etummainen siliarivaltimo. Etummaiset siliarivaltimot yhtyvät värikalvon valtimokehään ja sädekehään. (Skalicky 2016: 167-169.)

### 3 Silmänpohjan tutkiminen

Silmänpohjaa voidaan tutkia erilaisten tutkimusvälineiden avulla, joko mustuaiset laajennettuina tai ilman laajennusta. Suora oftalmoskopia tarjoaa erittäin suuren suurenoksen, mutta kapealla näkökentällä. Epäsuora oftalmoskopia puolestaan tuottaa laajemman näkökentän, mutta pienemmällä suurennoksella. Epäsuorassa oftalmoskopiassa kuva nähdään ylösalaisin, mikä on huomioitava silmänpohjan piirroksen yhteydessä. Helpoin tapa on kääntää piirustusalue samalla ylösalaisin, kun aloittaa piirtämisen. (Friedman & Kaiser 2009: 571-572.)

Papillaa tarkastellessa kiinnitetään ensimmäiseksi huomiota C/D-suhteeseen, eli kuppi-levy -suhteeseen. Normaalisti papilla on teräväräinen ja tasainen sekä väri on kauniin punertava. Myös sen mahdollinen turvotus huomioidaan. Seuraavaksi tutkitaan papillasta lähtevät verisuonet, mitkä hajaantuvat silmänpohjan laidolle. Verisuonista tutkitaan niiden väri, kiemuruaisuus, risteymäkohdat, valtimoiden selkäheijaste, valtimoiden ja laskimoiden suhde toisiinsa (A/V-suhde, mikä on normaalisti  $\frac{2}{3}$ ), sekä venapulsaatio, joka saattaa olla havaittavissa papillan päässä. Mikä tahansa poikkeavuus on kirjattava ylös tutkittaessa silmänpohjaa. Maculalta tutkitaan etenkin tarkan näkemisen alue eli fovea. Fovealla havaitaan yleensä kirkas valoheijaste, varsinkin nuorilla henkilöillä ja sen tulee olla tasainen ja normaali ilman poikkeamia. Perifeerinen silmänpohja on helpointa tutkia, jos pupillit on laajennettu, mutta se ei ole välttämätöntä. Epäsuoralla oftalmoskoopilla tutkiessa asiakasta pyydetään katsomaan eri suuntiin, jolloin nähdään koko periferia. (Friedman & Kaiser 2009: 571-572.) Tutkittavan periferian laajuus riippuu käytetystä laitteesta. Siitä tutkitaan verisuonituksen lisäksi muutokset, pigmentaatiot, verenvuodot ja erilaiset turvotukset ja kohoumat kuten drusenit ja eksudaatit. (Grosvenor 2007: 155-156.)

#### 3.1 Oftalmoskopia

Oftalmoskopia on yleisin tapa silmänpohjan tutkimiseen. Jo vuonna 1847 keksittiin ensimmäinen oftalmoskooppi, jossa yksinkertaisesti peilin kautta heijastettiin valoa tutkittavan silmään. Oftalmoskopia voidaan jakaa suoraan ja epäsuoraan

oftalmoskopiaan. Suorassa oftalmoskopiassa heijastuva kuva tutkittavan henkilön silmänpohjasta nähdään oikein päin, kun taas epäsuorassa oftalmoskopiassa kuva silmänpohjasta on kääntynyt ylösalaisin niin horisontaali- kuin vertikaalisuunnassa. Näiden kahden erona on myös se, että suorassa oftalmoskopiassa kuvan koko on suurempi ja nähtävä alue pienempi, kuin epäsuorassa oftalmoskopiassa. (Grosvenor 2007: 147, 174.)

### 3.2 Suora oftalmoskopia

Suoraa oftalmoskopiaa käytetään yleensä rutiinin omaisessa verkkokalvon tutkimisessa, varsinkin jos rakovaloa ei voida hyödyntää. Käsi oftalmoskooppi onkin pieni, helposti kannettava ja sitä voidaan käyttää myös tutkittaessa verkkokalvoa edeltäviä silmän osia. Sen sisään on rakennettu valonlähde, josta heijastuu peilin kautta valo tutkittavan silmänpohjalle ja sieltä valo sekä näkymä heijastuvat takaisin oftalmoskoopin peilin kautta tutkijan silmään. Emmetroopin silmää tutkittaessa oftalmoskoopin suurennos on 15-kertainen ja nähtävä alue noin kuuden asteen laajuinen. Tämä suurennos onkin hyödyllinen, mikäli tutkitaan retinopatian omaavia henkilöitä, sillä sen avulla nähdään eniten mikroaneurysmia. (Elkington, Frank & Greaney 1999: 165, 168, 173-174.)

Tutkimusta suoritettaessa asiakasta pyydetään katsomaan ylhäällä olevaa fiksaatiokohdetta tutkijan vastakkaisessa suunnassa. Tutkijan tulee käyttää oikeaa silmäänsä asiakkaan oikeaa silmää tutkittaessa ja vasenta silmäänsä tutkittavan vasenta silmää tutkittaessa. Tutkijan akkommodaatio tulisi relaxoida katsomalla toisella silmällä kaukaisuuteen. Aluksi ollaan 25-30 cm etäisyydellä asiakkaan silmästä, jotta saadaan mykiön punaheijaste näkyviin. Tämän jälkeen lähdetään lähestymään asiakkaan silmää. (Grosvenor 2007: 149.) Suorassa oftalmoskopiassa tulee ottaa tutkijan ja tutkittavan silmien taittovirheet huomioon. Oftalmoskoopin sisällä on linssisarja, josta tulee valita oikeanlainen linssi, jotta silmänpohja nähtäisiin tarkkana. Emmetrooppiseen silmään verrattuna myooppiselta silmänpohjalta nähtävä alue on pienempi ja hyperooppiselta suurempi. Jotta nähtäisiin mahdollisimman suuri alue silmänpohjalta, tulee oftalmoskooppi viedä mahdollisimman lähelle tutkittavan silmää. Suoralla oftalmoskopialla tutkiminen voi olla vaikeaa, mikäli tutkittava omaa suuren taittovirheen. Vahvan myoopin silmänpohja nähdään suurena, mutta nähtävä alue on hyvin pieni ja hyperoopilla päinvastoin. (Elkington ym. 1999: 165, 167, 170, 172.)

### 3.3 Epäsuora oftalmoskopia

Epäsuora oftalmoskopia voidaan jakaa monokulaariseen ja binokulaariseen tutkimustapaan. Monokulaarisessa epäsuorassa oftalmoskopiassa tutkimusvälineinä ovat käsioftalmoskooppi ja yleisimmin +20 dioptrian linssi. Oftalmoskooppia pidetään noin 40 cm etäisyydellä asiakkaan silmästä ja +20 dioptrian linssi asetetaan tutkittavan silmän eteen. Silmänpohja nähdään monokulaarisesti ilman syvyysvaikutelmaa, koska katsellaan vain toisella silmällä. Binokulaarisessa epäsuorassa oftalmoskopiassa voidaan käyttää pääpantaftalmoskooppia ja esimerkiksi +20 dioptrian linssiä. Binokulaarisessa epäsuorassa oftalmoskopiassa katsotaan molemmilla silmillä silmänpohjalle ja täten saadaan stereonäkö käyttöön eli hyvä syvyysvaikutelma silmänpohjasta. Tutkija on noin kädenmitan päässä tutkittavasta ja pitää linssiä tutkittavan silmän edessä. Tutkittavaa pyydetään katsomaan eri katesuuntiin, jotta saadaan tutkittua niin suuri alue silmänpohjasta kuin mahdollista, mukaan lukien perifeeriset alueet. (Grosvenor 2007: 149-150.) Epäsuorassa oftalmoskopiassa kuvasuurennos on noin 3-kertainen +20 dioptrian linssillä ja nähtävä alue 25 asteen laajuinen. Kun tutkittavan silmän edessä pidettävää linssiä viedään kauemmas myooppisesta silmästä, kuvakoko kasvaa ja eteenpäin liikuttaessa pienenee. Mikäli tutkittava on hyperooppi, tapahtuu päinvastoin. (Elkington 1999: 174, 179.)

Binokulaarisessa epäsuorassa oftalmoskopiassa voidaan käyttää myös rakovalomikroskooppia ja +90 dioptrian Volk-linssiä. Tutkittavan pupillin tulee tällöin olla vähintään 3 mm leveä, mutta silmänpohja nähdään aina paremmin mitä suurempi pupilli on. Tästä syystä tutkittavan pupillit tulisi aina laajentaa, mikäli esteitä ei ole. Rakovalomikroskoopin käyttö epäsuorassa oftalmoskopiassa on kätevää, koska sillä voidaan vaihtaa suurennoksia helposti sekä okulaarien ansiosta saavutetaan binokularinen näkeminen, ja silmänpohjasta saadaan todella hyvä syvyysvaikutelma. (Rabbets 2007: 334-335.)

### 3.4 Silmänpohjan kuvantaminen

Silmänpohjan kuvantamislaitteet ovat yhä yleistyneet enemmän ja niitä hyödynnetään paljon optikon tutkimuksissa. Silmänpohjan kuvantamislaitteet aikaansaavat tarkan sekä

helpon tavan tallentaa dokumentit, jolloin niitä voi myös tarkastella ja vertailla myöhemmin. Silmämöhjan kuvantaminen säännöllisesti takaa erityisesti erilaisten vaurioiden kasvun ja sairauksien seuraamisen. (Grosvenor 2007: 160- 162.) Kuvat voidaan myös lähettää tarvittaessa silmälääkärin konsultoitavaksi sekä ne säästävät tilaa potilastietojen arkistoinnissa (Saari, Mäntyjärvi, Summanen & Nummelin 2011: 80- 85.).

Silmämöhjan kuvantamislaitteilla voidaan tuottaa stereoskooppinen 2D-kuva silmämöhjasta, jolloin siinä ei ole syvyysvaikutelmaa. Laitteilla kuvatessa ei ole välttämätöntä laajentaa pupilleja. Silmämöhjan kuvantamislaitteet ovat lähes yhtä tarkkoja kuin optikon tekemä silmämöhjatutkimus laajennettujen pupillien läpi. Silmämöhjan kuvantamislaitteilla kuvatessa on otettava huomioon, että papillan C/D-suhde on usein hieman todellista pienempi sekä sitä on vaikeampi arvioida. (Elliot 2014: 248.) Silmämöhjan kuvantamislaitetta voisi verrata digitaliseen mikroskooppiin. Optiikka perustuu perinteiseen oftalmoskopiaan. Käytettävä laite määrittää kuvan suurennoksen sekä laajuuden. Yleensä kuvantamislaitteet kuvaavat 30-50 astetta verkkokalvolta ja 2.5-kertaista suurennosta käyttäen. Valittavana on erilaisia suodattimia, kuten väri-, fluoresiiniangiografia-, punavapaa-, koboltinsininen-, sekä autofluoresenssikuva. Suodattimia käyttäen saadaan kuvattua silmämöhjasta eri kerroksia. Syvyysaste perustuu eri aallonpituuksiin, esimerkiksi pitkäaaltonen punainen valo etenee syvemmälle kuin lyhytaaltonen sininen valo. (Metropolia 2014.)

Silmämöhjan kuvantamislaitteiden mallit sekä niiden tekniikka on kehittynyt nopeasti viime vuosina (Abramoff, Garvin & Sonka 2010). Koska laitteet on valmistettava kliinisten standardien mukaisesti, on markkinoilla saatavilla vain muutama valmistaja. Näitä ovat esimerkiksi Digisight, Volk, Topcon, Zeiss, Canon, Nidek, Kowa, CSO, CenterVue, Optos ja Ezer. (Nishtha, Philemon Huang, Lee, Keane, Swee Chuan, Richhariya, Teoh, Han & Rupersh 2015.)

## 4 Diabetes

Diabetes on häiriö sokeriaineenvaihdunnassa, mikä ilmenee kohonneena veren glukoosipitoisuutena. Aiheuttaja sairaudelle on riittämätön insuliini, mikä johtuu haimassa insuliinia tuottavien solujen tuhoutumisesta ja tästä johtuen insuliinin puutteesta tai insuliinin heikentyneestä vaikutuksesta ja erityksestä. (Saraheimo 2011: 9.) Kehon sokeria kutsutaan glukoosiksi eli rypälesokeriksi, jota solut tarvitsevat tuottaakseen energiaa. Aivot ja hermokudos ovat riippuvaisia glukoosista, koska se toimii niiden polttoaineena. Saamme glukoosia hiilihydraateista. Ihmiskeho on monimutkainen, mutta se yrittää silti pitää tasapainossa glukoosin määrän veressä. (Dodson 2008: 1-3.)

Glukoosi varastoituu haimaan ja lihaksiin. Kun kehon verensokeri on alhainen alkaa se lisätä glukoosia verenkiertoon, jolloin se lopettaa verensokerin laskun. Insuliinia tuottavat beetasolut tunnistavat veren sokeripitoisuuden nousun ja tällöin tasapainottavat sitä tehokkaasti, jos sokeriaineenvaihdunta on normaali. Keho tarvitsee insuliinia rasva- ja lihassoluille. Normaali verensokeri paastossa on n. 6 mmol/l ja syömisen jälkeen n. 11 mmol/l. (Dodson 2008: 1-3; Saraheimo 2011: 9.)

Liian korkea verensokeri muuttaa kehon valkuaisaineiden rakennetta ja vaurioittaa niitä. Valkuaisaineiden sokeroituminen on runsaampaa, mitä enemmän veressä on sokeria. Sokeroituneita valkuaisaineita kertyy liikaa, jos diabeetikko ei onnistu pitämään sokeriarvoja tasapainossa. Tästä voi seurata diabeettisia muutoksia silmiin, munuaisiin ja hermoihin. (Saraheimo 2011: 9.)

Yleisin syy diabetekseen on insuliinin puute. Ihmisen haiman tuottaessa liikaa insuliinia syystä tai toisesta, vähenee insuliinin määrä iän myötä, ja lopulta sen tuotanto saattaa lakata kokonaan. Insuliinia tuotetaan tasapainottamaan kehon sokeritasapainoa. Epäterveelliset ruokailutottumukset saavat glukoosin kehittymään liikaa kehoon, jolloin insuliini ei enää lopulta pysty tasapainottamaan kehon sokeritasapainoa. Tästä syystä monesti kehittyy diabetes. Yleisin syy tyypin 2 diabetekseen on ylipaino, sillä kehossa on liikaa sokeria ja rasvaa. Insuliini yrittää säädellä näiden suurta määrää ja lopulta sen tuotanto loppuu kokonaan. (Dodson 2008: 1-3.)



Hoitamattomana ja diabeteksen oireina saattaa olla laihtumista, virtsan tarpeen lisääntymistä sokerin erittyessä virtsaan, janon tunnetta sekä väsymystä. Haittavaikutusten välttäminen ja ennaltaehkäisy voidaan saavuttaa hyvän ja suunnitellun hoidon avulla. Tärkeintä hoidon kannalta on, että diabetestä sairastava oppii itse tarvittavat kotihoitorituaalit. Edellytys myös on, että diabeetikko tuntee sairauden ja sitoutuu pitkäjänteiseen työhön yhdessä hoitajien avustuksella. (Saraheimo 2011:10.)

#### 4.1 Diabetestyytit

Diabeetoksen puhkeamisella on monia erilaisia syitä ja oireet voivat vaihdella oireettomasta akuuttiin vaiheeseen. Diabetes luokitellaan pääsääntöisesti tyyppiin 1 ja tyyppiin 2 diabetekseen, mutta nykyään on löydetty myös muita niiden alatyyppiejä. Diabeteksella on usein taipumus perinnöllisyyteen ja sen on todettu olevan yleisempää miehillä. (Dodson 2008: 4.)

Tyyppiin 1 diabeteksessa haima ei eritä lainkaan insuliinia sen Langerhansin saarekkeen beetasolujen tuhoutumisen vuoksi. Tämä johtuu autoimmuunitulehduksesta. Yleensä tyyppiin 1 diabetes kehittyy alle 30-vuotiaana, mutta siihen voi sairastua missä iässä tahansa. (Dodson 2008: 4) Virustulehdukset ja perimä vaikuttavat eniten tyyppiin 1 diabeteksen syntyyn. Autoimmuunitulehduksen saa aikaan elimistön virheellinen tulkinta insuliinia tuottavista soluista. Se tunnistaa Langerhansin solut vieraksi ja alkaa täten tuhota niitä. Tämä tapahtumaketju ei tapahdu yhtäkkiä, vaan sen on todettu alkavan vuosia ennen diabeteksen puhkeamista ja toteamista. Diabeteksen oireet ilmaantuvat vasta kun toistuvien tulehdusten seurauksena myös insuliinia tuottavat beetasolutkin ovat tuhoutuneet. (Saraheimo 2011: 28-30.)

Tyyppiin 2 diabeteksessa puolestaan on yleisempi ja siihen sairastuneiden määrä on kasvussa. Yleisesti tyyppiin 2 diabetesta sairastava on keski-ikäinen henkilö, ylipainoinen tai hänellä on diabetes sukurasitteena. Insuliiniresistenssillä, eli insuliinin heikentyneellä vaikutuksella elimiin arvellaan olevan syynä tyyppiin 2 diabeteksen puhkeamiseen. Lääkehoito aloitetaan yhdessä ruokavalion ja liikunnan kanssa, jolla pyritään stimuloimaan insuliinin eritystä. (Dodson 2008: 4-5) Tyyppiin 2 diabeteksessa haima tuottaa vielä insuliinia, mutta ei riittävästi ja se voi myös vuosien saatossa loppua täysin. Sairaus eroaa myös tyyppiin 1 diabeteksesta sen hitaan kehittymisen vuoksi. Tyyppiin 2 diabetes voi olla pitkään oireeton ja muutokset saatetaan havaita vasta

valtimosairauksien ilmaantuessa esimerkiksi silmänpohjassa. Sen on myös todettu olevan periytyvää. Jos toinen vanhemmista sairastaa tyypin 2 diabetesta, niin lapsilla on 40 % riski saada perittyä se. Molempien vanhempien sairastaessa tyypin 2 diabetesta on sairauden riski periytyä jopa 70 %. (Saraheimo 2011: 29-31.)

#### 4.2 Diabeteksen yhteiskunnalliset vaikutukset ja ennaltaehkäisy

Diabetesta sairastaa Suomessa Kelan tilastotietojen mukaan n. 350 000 henkilöä ja tietämättään n. 150 000 henkilöä (Kela 2016). Diabeteksen hoidon tavoitteena on pitää sairaus mahdollisimman oireettomana ja ylläpitää jokapäiväistä hyvinvointia. Lapsen diabeteksen hoidossa on erityisen tärkeää, että turvataan normaali kehittyminen ja pyritään välttämään elinmuutoksia. Nykypäivänä hyvällä hoidolla pystytään ehkäisemään vähintään puolet diabeteksen aiheuttamista muutoksista. Näitä muutoksia voi olla esimerkiksi silmänpohja-, hermo- ja munuaismuutokset. Myös sydän- ja verisuonitautien riski vähenee, jos pidetään verenpaine ja rasva-arvot normaaleina ja tasapainossa. Mahdollisten lisäsairauksien, kuten silmänpohjamuutosten varhainen seulonta ennaltaehkäisee isompien vaurioiden syntyä. (Saraheimo 2011:12.)

## 5 Diabeettinen retinopatia ja makulopatia

Diabetes voi aiheuttaa erilaisia muutoksia silmissä. Korkea verensokeritaso voi aiheuttaa linssin turpoamista eli sorbitolipitoisuuden nousun, mistä johtuen silmän taittovoima muuttuu likitaitteisemmaksi. Tästä johtuen ikänäköinen henkilö voi kokea näkevänsä normaalia paremmin lähelle. Emmetroopista eli normaalitaitteisesta henkilöstä tulee likitaitteinen ja likinäköisen henkilön näkö puolestaan muuttuu entistä likitaitteisemmaksi. Silmälaseja ei siis ole syytä hankkia diabeteksen toteamisvaiheessa, sillä hoidon aloitettaessa ja verensokeritason korjaantuessa myös näköongelmat korjaantuvat muutaman viikon kuluessa. Todellisen silmälasien tarpeen huomaa vasta muutaman kuukauden jälkeen hoidon aloittamisesta. (Rönnemaa & Summanen 2011: 419.)

Korkean verensokeritason lisäksi kohonnut verenpaine on riskitekijä retinopatiaan sekä makulan turvotukseen. Tämän vuoksi myös verenpaineen pitäminen normaalina on tärkeää. Veren korkeat rasva-arvot ovat riskitekijä verkkokalvon hapenpuutteeseen ja makulan turvotukseen, koska ne tukkivat verta tuovia valtimoita. Lisäksi tupakointi heikentää verenkiertoa verkkokalvolla, joten silläkin on edistäviä vaikutuksia diabeettisen retinopatian syntyyn. (Rönnemaa & Summanen 2011: 423.)

Diabetes vaurioittaa verisuonten seinämiä kaikkialla elimistössä, kuten myös silmässä (Hietanen, Hiltunen & Hirn 2005: 92). Diabetesta sairastavilla henkilöillä onkin suuri riski sairastua diabeettiseen verkkokalvosairauteen eli diabeettiseen retinopatiaan. 1. tyypin diabetestä 20 vuotta sairastaneista henkilöistä lähes 100%:lla voidaan todeta jonkin asteista retinopatiaa. 2. tyypin diabeetikoilla vastaava osuus on 60%. (Kahn, Weir, King, Jacobson, Moses & Smith 2005: 903.) Kuitenkaan diagnoosivaiheessa 1. tyypin diabeetikoilla ei yleensä todeta silmänpohjamuutoksia, mutta 2. tyypin diabeetikoista jopa 20% sairastaa retinopatiaa diabeteksen toteamisvaiheessa. Mitä korkeampi verensokeritasapaino on, sitä todennäköisemmin henkilöllä esiintyy diabeettisen retinopatian muutoksia. Koska henkilö voi sairastaa diabetesta hyvinkin pitkään tietämättään siitä, voi myös diabeettinen retinopatia edetä näköä heikentävään vaiheeseen ennen kuin hoito keretään aloittaa. (Rönnemaa & Summanen 2011: 420.) Joissain tapauksissa silmänpohjamuutoksia huomataan ennen kuin henkilö itse edes tietää sairastavansa diabetesta. Diabeettinen retinopatia onkin tavallisin sokeutumisen

aiheuttaja työikäisillä henkilöillä teollisuusmaissa eli näkövammaisuuden riski on hyvin merkittävä (Hietanen ym. 2005: 91-92).

Diabeettinen retinopatia jaetaan kolmeen eri luokkaan, jotka ovat lievä taustaretinopatia, vaikeampi taustaretinopatia eli preproliferatiivinen retinopatia ja proliferatiivinen retinopatia. Kaikissa näissä retinopatian muodoissa voi esiintyä myös diabeettista makulopatiaa. (Rönnemaa & Summanen 2011: 420-422.) Diabeettista retinopatiaa tutkitaan tekemällä laaja silmänpohjatutkimus sekä silmänpohjan verisuonten väriainekuvauksella eli fluoreseiniangiografialla (FAG) tarvittaessa (Hietanen ym. 2005: 93).

### 5.1 Diabeettisen retinopatian muodot

Taustaretinopatia on diabeettisen retinopatian yleisin muoto. Siinä korkea verensokeritaso aiheuttaa verkkokalvon hiusverisuonissa pieniä pullistumia eli mikroaneurysmia ja pieniä pistemäisiä verenvuotoja. Taustaretinopatian muutokset eivät aiheuta haittaa näkökyvyssä, joten henkilö ei pysty itse havaitsemaan niitä. Muutokset ovat kuitenkin merkkejä siitä, että henkilön verensokeritasapainoa tulisi parantaa. Mikäli sokeritasapainoa saadaan parannettua, voivat taustaretinopatian muutokset korjaantua. Mikäli näin ei tehdä tai taustaretinopatian muutoksia ei huomata ajoissa, voi diabeettinen retinopatia kehittyä vaikeampaan asteeseen. Tällöin verkkokalvolle ilmestyy turvotusta, entistä laajempia verenvuotoja sekä kiteytynyttä rasvaa eli kovia eksudaatteja. (Rönnemaa & Summanen 2011: 420.) Turvotus ja verenvuodot johtuvat vaurioituneiden hiussuonten eli kapillaarien ja mikroaneurysmien vuotamisesta verta ja plasmaa verkkokalvolle. Jos nämä muutokset ovat pysyviä, verkkokalvolle ilmaantuu lipidieksudaatteja eli kovia rasvakertymiä, joita on erittynyt plasmasta. (Hietanen ym. 2005: 92.) Kovat eksudaatit näkyvät keltaisina kiiltäväpintaisina läikkinä (Rönnemaa & Summanen 2011: 420).

Diabeettisen retinopatian edetessä pidemmällä syntyy preproliferatiivinen retinopatia eli vakava taustaretinopatia. Tässä muodossa esiintyy vakavia hiussuonten tukkeumia ja osasta tukkeumista muodostuu paikallisia kuolioalueita, mikroinfarkteja. Nämä kuolioalueet voivat näkyä pumpulipallomaisina pesäkkeinä eli pehmeinä eksudaattina ja myöhemmin niiden paikalla voidaan havaita laajentuneiden hiussuonten verkkoja eli niin sanottuja IRMA-verisuonia. IRMA-suonia voi ilmaantua myös pikku hiljaa seurauksena hiussuonten tukkeutumisesta. Lisäksi verkkokalvon laskimoverisuonet voivat muuttua

helminauhamaiseksi sekä laikkumaisia verenvuotoja ilmenee enemmän kuin lievemmän asteen taustaretinopatiassa. (Rönnemaa & Summanen 2011: 421.)

Diabeettisen retinopatian vaikein muoto on proliferatiivinen retinopatia. Proliferatiivisessa retinopatiassa hiussuonten tukkeutumisesta johtuen verkkokalvo alkaa kärsiä hapenpuutteesta. Elimistö yrittää korjata tätä hapenpuutetta kasvattamalla verkkokalvolle ja näköhermon nystyyn uudisverisuonia. Tämä elimistön hapenpuutteen korjaus ei ole kuitenkaan toivottu, sillä uudissuonet kasvavat laskimoista ja hiussuonista eivätkä ne pysty ravitsemaan verkkokalvoa. Tämän lisäksi uudissuonet kiinnittyvät lasiaiseen, koska ne kasvavat verkkokalvon pinnasta ulospäin. Lasiaiseen kiinnittyminen altistaakin näön heikkenemiselle. Uudisverisuonista voi vuotaa plasmaa ja verta verkkokalvolle ja lasiaiseen, sillä ne ovat normaaleja verisuonia hauraampia. Nämä vuodot havaitaan näkökentässä samentumina ja ne liikkuvat silmiä tai päätä kääntäessä. Vuotoja ilmaantuessa näkö voi heiketä jo muutamassa tunnissa ja esimerkiksi lukeminen voi hidastua. Mikäli vuoto on runsasta voi näkö heiketä niin paljon, että silmä aistii vain valon. Normaalisti lasiaisvuoto kuitenkin häviää muutaman kuukauden kuluessa ja näkö palautuu periaatteessa entiselleen. (Rönnemaa & Summanen 2011: 422.)

Uudissuonten ympärille voi kasvaa sidekudoksesta muodostuvaa arpikudosta, joka aiheuttaa vetoa verkkokalvolle ja voi johtaa verkkokalvon irtaumaan eli traktioablaatioon. Tämä vakava diabeettisen retinopatian komplikaatio on yleisin syy nuoruusiässä diabeteksestä aiheutuvaan syvään näönmenetykseen. (Hietanen ym. 2005: 92.) Mikäli verkkokalvo irtaantuu tarkkan näkemisen alueelta eli makulalta, eikä korjausleikkausta tehdä nopeasti, näkökyky tarkkaan työskentelyyn menetetään pysyvästi. Mikäli verisuonia tukkeutuu laajalti silmänpohjalta, eikä laserhoitoa ole tehty, voi uudissuonitusta kasvaa myös silmän etuosiin. Uudissuonitus ja arpikudos voivat tukkia kammiokulman, mistä aiheutuu uudissuoniglaukooma. Tämä glaukooma- eli silmänpainetautityyppi on todella vaikeahoitoinen ja voikin aiheuttaa täyden sokeutumisen. (Rönnemaa & Summanen 2011: 422.)

## 5.2 Diabeettinen makulopatia

Diabeettisen retinopatian muutoksia esiintyessä verkkokalvon tarkkan näkemisen alueella eli makulalla, puhutaan makulopatiasta. Makulopatiassa makulan alueella esiintyy erityisesti turvotusta, mikä heikentää näkökykyä ja aiheuttaa vääristymiä katsottavassa kohteessa. Turvotus voi pienentää tai suurentaa katsottavaa kohdetta tarkkuutta

vaativissa tehtävissä, mutta liikkussa haittaa ei niinkään huomata. Myös värinäkö ja harmaan eri asteiden näkeminen voi heikentyä diabeettisessa makulopatiassa. Näin voi käydä jo ennen kuin silmänpohjamuutoksia näkyy, koska diabetes saattaa vaurioittaa myös hermosoluja verkkokalvolla. Diabeettinen makulopatia on yleisempi tyypin 2 diabeetikoilla. (Rönnemaa & Summanen 2011: 423.)

### 5.3 Diabeettisen retinopatian ennaltaehkäisy ja hoito

Diabeettisen retinopatian kaikissa muodoissa on erittäin tärkeää pitää verensokeri tasapainossa, veren rasva-arvot matalana ja verenpaineetaso hyvänä. Tehokas seulonta, seuranta ja hoito ovat erittäin tärkeitä diabeettisen retinopatian ja siitä aiheutuvan sokeuden ehkäisyssä. Tyypin 1 diabeetikoilta silmänpohjat tutkitaan ensimmäisen kerran 10-vuotiaana ja murrosiän alkaessa vuoden välein. Jos 1. tyypin diabetes todetaan murrosiässä, tutkitaan silmänpohjat tällöin ja sen jälkeen vuoden välein. Mikäli silmänpohjamuutoksia esiintyy, voidaan seurantaa tehdä useammin. 2. tyypin diabeetikoilla puolestaan silmänpohjat tutkitaan taudin toteamisvaiheessa sekä tämän jälkeen kolmen vuoden välein tai muutosten ilmaantuessa useammin. Diabeetikon silmänpohjat tulisi tutkia myös henkilön suunnitellussa raskaaksi tulemisesta, synnytyksestä ennen ja synnytyksen jälkeen. (Hietanen ym. 2005: 92, 94.)

Pyrittäessä hyvään verensokeritasapainoon on otettava huomioon, että se ei saa muuttua liian nopeasti varsinkaan henkilön sairastaessa kohtalaista tai vaikeaa taustaretinopatiaa. Mikäli sokeritasapaino muuttuu nopeasti esimerkiksi jo muutamassa viikossa, voivat retinopatian oireet pahentua tilapäisesti tai kehittyä jopa proliferatiiviseksi retinopatiaksi. Mikäli verensokeritaso kuitenkin laskee hyvin nopeasti, tulee silmänpohjat tutkia normaalia useammin, jotta tarvittaessa voidaan suorittaa laserhoito. (Rönnemaa & Summanen 2011: 423.)

Tehokkain ja käytetyin diabeettisen retinopatian hoitomuoto on laserhoito. Mahdollisuus lääkehoitoon on vielä kehitteillä. Verkkokalvon laseroinnissa lasersäteiden osuessa kudokseen, siihen syntyy palovamma, joka myöhemmin muuttuu arveksi. Retinopatian vakavuusasteesta riippuen voidaan laseroida vain pieniä osia verkkokalvosta tai makulalta ja tarpeen vaatiessa laajaakin aluetta. Esimerkiksi proliferatiivisessa retinopatiassa haitat ovat niin laaja-alaisia, että usein joudutaan laseroimaan melkein koko silmänpohjaa. Laseroinnin tarkoituksena on saada verkkokalvon hapentarvetta ja kulutusta vähennettyä. Tällöin uudisverisuonten kasvu estetään ja riski lasiaisuuteen

pienenee. Diabeetisessa makulopatiassa pyritään vähentämään turvotusta ja lipidioksudaatteja, joten hoito kohdistetaan tihkuviin hiussuoniin. Tässä tavoitteena on säilyttää keskeinen näkö. (Hietanen ym. 2005: 93.)

Laserhoito on lähes kivutonta verkkokalvon periferiaa lukuun ottamatta. Potilas saakin halutessaan rauhoittavaa tai kipulääkettä tai silmä voidaan puuduttaa kokonaan. Hoitotoimenpide on hyvin nopea ja se kestää hoidon laaja-alaisuudesta riippuen muutamasta minuutista yli puoleen tuntiin. (Hietanen ym. 2005: 93.)

Mikäli proliferatiivinen retinopatia on edennyt siihen vaiheeseen, että lasiaiseen muodostuu näköä haittaavia vuotoja ja purjeita, voidaan lasiainen poistaa kirurgisin toimenpitein. Poistettu lasiainen korvataan silikoniöljyllä tai muulla nesteellä. Mahdolliset verkkokalvon irtaumat voidaan hoitaa kirurgisesti sekä tarvittaessa suorittaa kaihileikkaus. Jos proliferatiivista retinopatiaa sairastava henkilö kärsii myös sekundaarisesta uudissuoniglaukoomasta, hoidetaan sitä laserhoidolla, oireiden mukaisella hoidolla sekä tarvittaessa sädekehän ja verkkokalvon ääreisosien jäädytyshoidolla. Potilaan näön heikentyessä näkövammaisen tasolle, on jäljellä olevaa näköä syytä kuntouttaa ja opetella erilaisten apuvälineiden käyttöä. (Hietanen ym. 2005: 93-94.)

## 6 Optomed Avenue -ohjelmisto

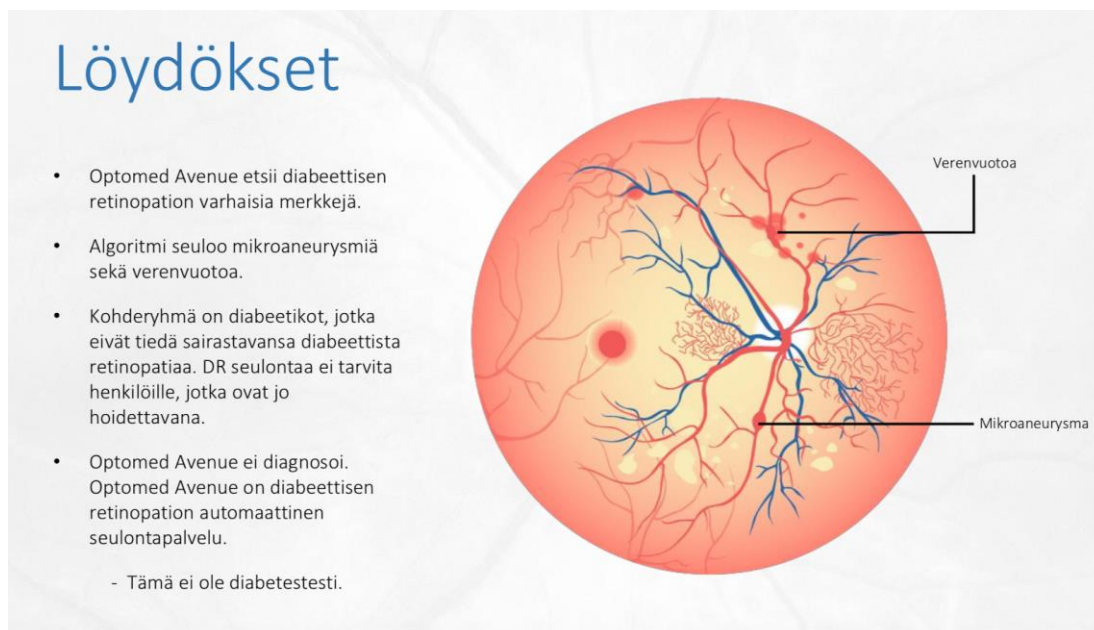
Optomed Avenue on Optomed Oy:n kehittämä diabeettista retinopatiaa seulova online -ohjelmisto, mikä lanseerattiin syksyllä 2017. Optomed Oy on suomalainen lääketieteellisen teknologian yritys, joka on erikoistunut varsinkin silmänpohjan kuvantamislaitteisiin ja ratkaisuihin. Yritystä alettiin kehittää vuonna 1997 ja yhteistyö lääkäreiden ja insinöörien kesken huipentui vuonna 2004, kun Optomed Oy perustettiin. Optomed:n tavoite on tehdä silmänsairauksien seulonta mahdolliseksi kaikille, missä ja milloin vain. Yritys kehittää, kaupallistaa ja valmistaa verkkokalvon kuvantamislaitteita, jotka ovat moderneja ja helppokäyttöisiä. Tuotteiden kehityksessä yhteistyötä tekevät lääkärit, suomalaiset yliopistolaitokset, tutkimusinstituutit sekä tähän erikoistuneet teknologiakumppanit. Optomed Oy:n tuotteita on rekisteröity ja markkinoitu Euroopassa, USA:ssa, Kiinassa, Venäjällä, Japanissa, Koreassa, Intiassa ja Brasiliassa. (Optomed 2017.)

### 6.1 Algoritmi ja tekoälyteknologia Optomed Avenuessa

Algoritmi on toimintaohje, mikä ratkaisee ongelman tai tehtävän siihen ladattujen tietojen perusteella. Algoritmi koostuu järjestyksessä olevista toiminnoista, joita seuraamalla ongelma saadaan ratkaistua. Algoritmeja on erilaisia. Optomed Avenue -ohjelmistossa on käytetty käsin opetettavaa, ei itsenäisesti kehittyvää algoritmia silmänpohjakuvan analysointiin ja seulomiseen. Algoritmeja on alettu käyttää yhä enemmän myös terveydenhuollossa. Niiden käyttö terveydenhuollossa säästää lääkäreiden ja potilaiden aikaa sekä ovat kustannustehokkaampia. Optomed Avenue -ohjelmistossa on pyritty nimenomaan tähän. Algoritmeja käytetään yleisesti myös internetin hakukoneissa, joilla etsitään tietoa sillä ne pystyvät hallitsemaan ja manipuloimaan suurta tietomäärää. Myös sähköiset allekirjoitukset perustuvat numeerisiin algoritmeihin. (Cormen 2014: 3-6.)

Optomed Avenuessa käytettävä algoritmi ei hae tietoa verkon avulla, eikä siinä ole erikseen tietopankkia, vaan ohjelmassa käytettävä algoritmi on opetettu tunnistamaan tietynlaiset muutokset kuvissa. Ohjelma ei pohjautu ihmisen tekemään analyysiin kuten suurin osa markkinoilla olevista samankaltaisista palveluista vaan silmänpohjamuutoksien havainnot tekee tietokone. Tämän takia Optomed Avenueta voidaan kutsua tekoälyksi. (Vepsäläinen Janne n.d.)





Kuvio 1. Optomed Avenue:n seulomat silmänpohjamuutokset (Optomed Oy 2017 a)

Optomed Avenue -ohjelmisto on muokattu versio markkinoilla olevasta tanskalaisesta Retinalyze -ohjelmistosta. Retinalyze seuloa myös diabeettista retinopatiaa ja toimii samalla periaatteella kuin Optomed Avenue. Sen algoritmi tunnistaa punasolut verenvuodoista. Ohjelma vertailee siihen ladattuja kuvia diabeetikoiden silmänpohjista ja tekee sen perusteella analyysin. Se ei vertaa kuvaa toiseen kuvaan, vaan tietää mikä on normaalia ja mikä ei. Ohjelmistoon on ladattu miljoonien henkilöiden silmänpohjakuvat, joilla ei ole diabeettisen retinopatian muutoksia ja kuvat, joissa on havaittu diabeettisen retinopatian muutoksia. (Andreasen & Kjellberg 2008.)

Optomed Oy ei ole osallistunut luontiin, mutta käyttää samaa algoritmia kuin Retinalyze. Optomed Avenue -ohjelmistossa on kuitenkin erilaisia toiminnallisuuksia ja mm. erilainen asiakasdatan käsittely kuin Retinalyze:ssä. Retinalyze AS toimii Optomed Oy:n yhteistyökumppanina. Optomed Avenue on tieteellisesti testattu ja CE-merkitty lääkintälaitedirektiivin 93/42/EEC mukaisesti, mikä on vaadittava merkintä lääkintälaitteille EU- alueella. (Vepsäläinen 2017.)

## 6.2 Optomed Avenuen käyttö

Diabetesta sairastavien lukumäärä on viime vuosina koko ajan kasvanut ja siitä on muodostunut globaali ilmiö. Tämän seurauksena myös diabeettista retinopatiaa esiintyy enemmän ja se on aluksi oireeton sekä yleisin työikäisten sokeutumisen syy. Tämän

vuoksi Optomed Oy on kehittänyt tekoälyn avulla toimivan Optomed Avenue – seulontapalvelun. (Optomed Avenue 2017)

Optomed Avenue on online -ohjelmisto, joka seuloa automaattisesti diabeettisen retinopatian alkuvaiheita eli silmänpohjakuvissa nähtäviä mikroaneurysmia sekä verenvuotoja. Diabeettisen retinopatian myöhemmissä vaiheissa esiintyy myös paljon muita muutoksia esimerkiksi kovia ja pehmeitä eksudaatteja sekä uudissuonitusta, joita Optomed Avenue -ohjelmisto ei ole toistaiseksi kehitetty havaitsemaan. Ohjelmisto ei itsenäisesti diagnosoi retinopatiaa, vaan toimii optikon ja silmälääkäreiden apuna. (Optomed Avenue n.d.)

Kohderyhmänä ovat yli 14-vuotiaat diabeetikot, jotka eivät vielä tiedä sairastavansa diabeettista retinopatiaa. (Optomed Avenue n.d.) 14-vuoden ikärajoitus perustuu siihen, että mitä nuorempi kuvattava potilas on, sen suurempi on riski lasiaisheijasteille, jotka taas voivat aiheuttaa vääriä positiivisia tuloksia. Raja ei ole absoluuttinen vaan suositus, sillä loppupeleissä käyttäjä itse päättää onko kuva laadultaan tarpeeksi hyvä, jotta analyysin voi tehdä Optomed Avenue -ohjelmistolla. (Nyman 2018.) Optomed Avenue -ohjelmisto ei sovellu henkilöille, joille on tehty verkkokalvon laserointi tai diagnosoitu diabeettinen retinopatia jo aiemmin. Optomed Avenue -ohjelmisto ei ole diabetes testi. Ohjelmistoa käytettäessä tulee huomioida myös, ettei seulonta ja annetut tiedot korvaa silmälääkärin konsultaatiota. (Optomed Oy 2017 a.) Ohjelmisto antaa saman tien helposti ymmärrettäviä tuloksia henkilön riskistä diabeettiseen retinopatiaan. (Optomed Avenue n.d.)

The photo is uploaded.

### Not analyzed photos

Date	Photo	ID	DR analysis	Delete
8/3/17, 6:42 AM		789123	Run DR analysis	

### Analyzed photos (last 7 days)

Date of screening	Photo	ID	DR status	Assessment
8/3/17, 6:39 AM		234567	No immediate alterations	
8/3/17, 6:38 AM		456789	Few alterations found	
8/3/17, 6:38 AM		345678	No immediate alterations	
8/3/17, 6:32 AM		123456	Several alterations found	

[Go to your archive](#)

Search  
Search by name or ID

Upload photo  
Select a photo from your computer to upload.  
  
Client ID:

Kuvio 2. Optomed Avenue -ohjelmiston työpöytä (Optomed Oy 2017 a.)

Optomed Avenue -ohjelmiston käyttö aloitetaan siten, että ensin koulutettu kuvaaja ottaa silmänpohjan kuvantamislaitteella makulakeskeisen kuvan asiakkaan silmänpohjasta ja siirtää sen tietokoneelle. Tämän jälkeen Optomed Avenue -palveluun kirjaudutaan [www.optomedavenue.com](http://www.optomedavenue.com) -sivustolla. Silmänpohjakuva ladataan Optomed Avenue online -ohjelmistoon ja ohjelma suorittaa seulonnan tekoälyn avulla. Analyysiin menee vain 30 sekuntia. Kuvaa ladatessa ohjelmistoon ei tule käyttää potilaan henkilötunnusta, vaan jotain muuta asiakasnumeroa. Optomed Avenuen antamia tuloksia on neljää erilaista. Vihreä väri tarkoittaa, ettei kuvassa ole silmänpohjamuutoksia. Tällöin henkilölle suositellaan seuraavaa silmänpohjatutkimusta vuoden päästä. Keltaisen värin ilmaantuessa muutoksia on havaittavissa yhdestä kolmeen. Punainen väri tarkoittaa, että silmänpohjasta löytyy muutoksia yli kolme. Mikäli tulos on keltainen tai punainen, on kuvat mahdollista lähettää ohjelman avulla etäkonsultaatioon silmälääkärille, joka arvioi muutoksia. Silmälääkäri antaa arvionsa kahden työpäivän kuluessa. Optomed Avenue -ohjelmistoon voi liittää myös kenet tahansa silmälääkärin konsultointia varten. Etäkonsultaation jälkeen asiakas ohjataan silmälääkärin vastaanotolle, jossa silmälääkäri tutkii potilaan, tekee mahdollisesti diagnoosin ja huolehtii hoidosta. Neljäs, eli harmaa tulos, on arviointikelvoton eli kuvanlaatu on todennäköisesti huono. Tässä tapauksessa tulee ottaa uusi kuva ja yrittää uudelleen. Ohjelmisto voi antaa valheellisia positiivisia tuloksia, mikäli kuvassa on esimerkiksi heijastuksia, tai silmänpohjaa on laseroitu. (Optomed Oy 2017 a.)



Kuvio 3. Optomed Avenue -ohjelmiston käyttö (Optomed Oy 2017 a.)

Silmänpohjan kuvantamislaitteen on oltava CE-merkitty lääkintälaitedirektiivin 93/42/EEC ja ISO-standardin mukainen. Kuvan on oltava värillinen, 1,77 megapikseliä ja kuvattava alue vähintään 40°. Kuvassa makulan ja papillan alueen tulee näkyä selkeästi, eikä kuvassa saa olla suuria heijastuksia tai varjoja. Optomed Avenue toimii useimpien silmänpohjan kuvantamislaitteiden kanssa. Tietokoneelle vaadittuja ominaisuuksia kuva-analyyysien suorittamiseen ovat mikä tahansa PC (henkilökohtainen tietokone) tai Mac, Internet -selain sekä Internet-yhteys, jolla vähintään 2 Megabitin lataamisnopeus. (Optomed Oy 2017 a.) Optomed avenuea voi käyttää ensimmäiset 20 kuva-analyyysiä ilmaiseksi, jonka jälkeen se maksaa 1,49€ (alv 0%) kuvalta, eli 2,98€ molemmat silmät analysoituna. Ohjelmalle ei siis ole erillistä kuukausimaksua, vaan hinta määräytyy analysoitujen kuvien perusteella. (Nyman 2018.)

## 7 Teemahaastattelut

Laadullisen eli kvalitatiivisen tutkimuksen yleisin tiedonkeruumenetelmä on teemahaastattelu. Laadullisen tutkimuksen tarkoituksena on kuvata realistista elämää ja ympäristöä kokonaisvaltaisesti. Tutkimuksen tarkoituksena on löytää vastauksia kysymyksiin, eikä todeta jo olevia väittämiä. Laadullinen tutkimus perustuu omiin havaintoihin ja tutkittavien kanssa käytyihin keskusteluihin. Tutkimustuloksiin luottaminen on suuressa roolissa osana työtä. Kohderyhmä valikoidaan hyvin tarkasti. Laadullisessa tutkimuksessa on usein joustava ja mukautuva toteutustapa, jolloin suunnitelmia voi muuttaa tarvittaessa. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2013: 161, 164, 208.)

Halusimme tehdä haastattelun, jotta saatuja tietoja voitaisiin selventää sekä syventää haastattelun avulla. Haastattelimme Optomed Avenue -ohjelmistoa käyttävää optikkoa ja optisen alan asiantuntijaa, jotta saisimme enemmän konkreettisia käyttökokemuksia sekä kehitysehdotuksia. Myös uusia mahdollisia ohjelman kokeilijoita haastateltiin. Lisäksi kerromme pohdinnassa oman näkemyksemme ohjelmasta.

Opinnäytetyössämme käytettiin teemahaastattelua, jossa kysymyksiin ei ollut vastausvaihtoehtoja, vaan haastateltavat saivat vastata omin sanoin kysymyksiin. Kysymykset ja vastaukset koostuivat vastaajan omista mielipiteistä ohjelmaa kohtaan. (Hirsjärvi & Hurme 2000: 47–48.) Teemahaastattelu pohjautuu ohjelmiston hyödyllisyyteen optisen alan markkinoilla. Työssämme olemme kiinnostuneita mielipiteistä ohjelmaa kohtaan. Kysymykset pyrimme tekemään lyhyiksi, helposti ymmärrettäviksi ja määrällisesti riittäviksi. Teemat on jaettu kolmeen osioon, mitkä käsittelevät ohjelmiston luotettavuutta, lisäarvoa näöntutkimukselle sekä ohjelmiston tulevaisuutta terveydenhoitoalalla. On kuitenkin otettava huomioon, että asiantuntijahaastattelussa on tuotteen myyntiedustaja, jonka vuoksi haimme työhömmme myös useampaa näkökulmaa optikoille tehtyjen kyselyjen sekä omien mielipiteidemme avulla.

Haastattelumme toteutettiin sähköpostilla lähetetyn kyselyn avulla syksyllä 2017. Haastattelut oli suunnattu ohjelmiston asiantuntijalle, yhdelle optikolle, joka käyttää Optomed Avenue -ohjelmistoa työssään ja seitsemälle optikolle, jotka eivät olleet käyttäneet ohjelmistoa tai edes koskaan kuulleet siitä. Ohjelmisto on optisella alalla hyvin

tuore ja vasta yhdellä optikolla käytössä, mistä johtuen vastausjoukko ei ole kovin suuri. Kyselyyn vastanneet ovat olleet useamman vuoden optisella alalla sekä kuvaavat lähes päivittäin asiakkaiden silmänpohjia. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa vastausten laatu on tärkeämmässä roolissa kuin vastausten määrä.

## 7.1 Ohjelmiston luotettavuus

Halusimme selvittää, kokevatko optikot ja optisen alan asiantuntija Optomed Avenue -ohjelmiston analyysin luotettavaksi. Tämä on erittäin tärkeä kriteeri, jotta optikkoliikkeet olisivat halukkaita ottamaan ohjelmiston käyttöönsä. Yleisesti ottaen analyysin luotettavuuteen ja algoritmiin uskottiin. Ohjelmiston ajateltiin olevan tarkka analyysin tekemisessä, koska Optomed Avenue keskittyy tällä hetkellä seulomaan vain diabeettisen retinopatian muutoksia silmänpohjasta.

Vastauksista tuli esiin epäily Optomed Avenue -ohjelmiston toimivuudesta eri silmänpohjan kuvantamislaitteiden kanssa. Silmänpohjan kuvantamislaitteiden resoluutiot voivat olla hyvinkin erilaisia, joten tämän ajateltiin vaikeuttavan ohjelmiston toimintaa ja heikentävän täten luotettavuutta. Myös vaihtelevan kuvanlaadun ja kuvantamisvirheiden ajateltiin olevan ongelma. Tämän vuoksi analysoitavien kuvien laatuun tulee kiinnittää huomiota. Mikäli silmänpohjankuvissa on esimerkiksi heijastuksia tai silmänpohjaan on tehty laserhoitoja, voi ohjelmisto antaa väärän positiivisen tuloksen. Myös kuvassa näkyvät ripset, varjot, liian tumma tai ylivalottunut kuva voivat vääristää analysointia. Siksi tällaisia huonolaatuisia kuvia tulee välttää.

Optomed Avenue -ohjelmisto toimii jo nyt useimpien perinteisten markkinoilla olevien silmänpohjan kuvantamislaitteiden kanssa hyvin, mutta tulevaisuudessa sitä kehitetään yhä enemmän toimimaan kaikkien laitteiden kanssa. Tällöin tulos olisi entistä luotettavampi, ja sitä voitaisiin käyttää missä tahansa optikkoliikkeessä silmänpohjakameran mallista riippumatta. Esimerkiksi laserilla toimivien silmänpohjan kuvantamislaitteiden kanssa se ei toistaiseksi sovi käytettäväksi.

*”Avenue on melko selkeä ja helppokäyttöinen. Hyvää siinä on nuo liikennevaloilla kuvatut arviot jatkotoimenpiteistä.” – Optiikka Juurinen Oy:n perustaja ja toimitusjohtaja Timo Juurinen*

Ohjelmistoa käyttänyt optikko ja optisen alan asiantuntija kertoivat käytön olevan helppoa ja nopeaa. Heillä ei ollut mitään negatiivista sanottavaa ohjelmiston toimivuudesta. Optomed Avenue -ohjelmiston analyysin liikennevalot eli vihreä, keltainen ja punainen tulos kuvaavat selkeästi tarvittavia jatkotoimenpiteitä. Myös konsultaatiopalvelu on hyödyllinen osa ohjelmistoa sekä sen avulla oppii analysoimaan diabeettisen retinopatian muutoksia paremmin.

Vastaajat eivät osanneet ottaa kantaa tekoälyn toimintaperiaatteeseen. Osa vastaajista kuitenkin arveli analysoinnin perustuvan jonkinlaiseen kuvapankkiin, mitä ohjelmisto käyttää hyödykseen analysoidessaan kuvat. Tämä pitääkin paikkansa. Ohjelmistoon on ladattu miljoonia silmänpohjankuvia, joista osa on terveitä ja osassa havaittu muutoksia. Näistä kuvista ohjelma on opetettu tunnistamaan virheet, joiden perusteella se analysoi kuvia. Emme saaneet selkeitä kehitysehdotuksia ohjelmiston käyttäjältä tai optisen alan asiantuntijalta. Heidän mielestään kuvien lataaminen ja analysointiprosessi on nopeaa ja helppoa. Ainoana kehitysehdotuksena kaikkien haastatteluun osallistujien mielestä olisi, että ohjelma toimisi isojen ketjuliikkeiden silmänpohjan kuvantamislaitteiden kanssa moitteettomasti, sekä se analysoisi jatkossa muitakin silmäsairauksia.

## 7.2 Lisäarvo näöntutkimukselle

Halusimme myös selvittää kokevatko optikot ja asiantuntija Optomed Avenue –ohjelmiston tuovan lisäarvoa näöntutkimukseen. Vastauksista selvisi, että ohjelmisto voisi tehdä työnteosta mielekkäämpää ja monipuolisempaa. Ohjelmiston avulla saa myös apua omille epäilyksille ja havainnoille, mistä on hyötyä tulevaisuudessa tutkijan tullessa varmemmaksi analysoidessaan silmänpohjankuvia. Ohjelmisto antaa hyvät lähtökohdat lisätutkimusten kartoittamiseen ennen silmälääkärille lähettämistä.

Asiakkaiden uskottiin arvostavan ohjelmiston käyttöä. Tällainen ohjelmisto toisi myös enemmän asiakkaan luottamusta optikon tekemään näöntutkimukseen. Osa asiakkaista saattaisi toki suhtautua skeptisesti tekoälyn käyttöön eikä haluaisi lisäkustannuksia tekoälyn tekemästä lisätulkinnasta.

Monissa optikkoliikkeissä näöntutkimus on ilmainen. Useimmissa optikkoliikkeissä silmänpohjakuvauksesta otetaan maksu, mutta joissain myymälöissä sekin on maksuton. Ennen kuin hinnoittelu järkevöityy, eli näöntutkimuksista ja silmänpohjakuvauksesta aletaan poikkeuksetta ottamaan maksu, eivät asiakkaat ole

innokkaita maksamaan mistään ylimääräisestä. Useammat asiakkaat ovat yhä tietoisempia ja arvostavat silmämepohjankuvausta, mikä saattaa vaikuttaa optikkoliikkeen valinnassa tänä päivänä.

*”Uskoisin asiakkaiden arvostavan tätä, sillä he arvostavat ylipäättään konsultaation mahdollisuutta niissä tilanteissa, kun jotain poikkeavaa havaitaan. Asiakkaan kannalta on järkevää, että ennen lisätutkimuksia selvitetään, onko ylipäättään todellista tarvetta lisätutkinnalle ja tämä ohjelma antaa hyvät lähtökohdat siihen.” – anonymi optikko*

Kysyimme optikoilta, kuinka usein silmämepohjakuvauksessa tulee vastaan diabeettista retinopatiaa. Tuloksista selvisi, että diabeettista retinopatiaa nähdään hyvin harvoin, vaikka suurin osa optikoista kuvaakin silmämepohjia päivittäin. Toisinaan tulee vastaan lieviä diabeettisen retinopatian muutoksia, vaikka asiakkaalla ei ole diagnosoitu diabetesta. Jopa silmälääkäreiltä saattaa jäädä diabeettisen retinopatian alkuvaiheet huomaamatta, mutta tekoäly seuloisi kuvat järjestelmällisesti. Optomed Avenue -ohjelmisto toimii väsymättä 24/7 tekoälyyn perustuvan analyysin pohjalta, ja täten se saattaa jopa päihittää ihmisen tekemän analyysin. Diabeettisen retinopatian havaintojen vähyys optikkoliikkeissä voi johtua myös siitä, ettei optikko ole osannut havaita muutoksia paljaalla silmällä sekä diabeetikot käyvät terveyskeskuksessa tehtävässä seulonnassa säännöllisesti.

*”Tekee näöntutkimuksen monipuolisemmaksi sekä tekee optikon työstä mielekkäämpää, kun näkee erilaisia silmämepohjia.” – anonymi Optomed Avenue -ohjelmiston käyttäjä*

Optomed Avenue -ohjelmiston avulla optikot ja silmälääkärit voivat oppia tulkitsemaan silmämepohjakuvia paremmin ja tarkemmin. Kysyimme ohjelmistoa käyttävältä optikolta, onko Optomed Avenue -ohjelmisto tehnyt hänelle helpommaksi havaita alkavia diabeettisen retinopatian muutoksia, mutta hän ei kokenut kehitystä ohjelman kautta. Tämän uskoisi johtuvan siitä, ettei hän ole vielä tehnyt ohjelmistoanalyysiä kuin muutamalle diabetesta sairastavalle asiakkaalle. Tarkoitus olisi kuitenkin hyödyntää ohjelmistoa enemmän tämän vuoden puolella. Vastaajan mielestä myös silmämepohjankuvantaminen tekee asiakkaaseen vaikutuksen. Palvelun uudenlaisen hinnoittelun myötä lisäpalveluiden markkinointi olisi mahdollisia myös hänen mielestään.



### 7.3 Tulevaisuus terveydenhoitoalalla

Viimeisenä halusimme tietää optikoiden sekä optisen alan asiantuntijan näkemyksen ohjelmasta tulevaisuudessa. Suomessa optikkoliikkeet ovat nykyään hyvin ketjupainotteisia, jolloin liikkeissä on tietynlaiset säädökset ja tavat toimia. Niiden rutiinien muuttaminen on hyvin vaikeaa ja vaatii paljon työtä, jotta uusia ohjelmia voitaisiin ottaa käyttöön. Uusi tuote olisi oltava myös kilpailukykyinen markkinoilla. Kaikkien vastauksista selvisi, että tämä saattaa olla suurimpia syitä ohjelman kokeilun vähyyteen. Ei siis uskalleta ottaa riskiä, jos ohjelma ei lyökään itseään läpi kovan kilpailun ohella. Myöskin silmälääkärin tutkimus on aina tarpeellinen, mikäli silmänpohjalla havaitaan poikkeavia muutoksia. Ohjelman lisäarvo jää hieman pieneksi, koska sen avulla ei kuitenkaan voi antaa diagnoosia tai hoitoa, vaan asiakas lähetetään aina silmälääkärille jatkotutkimuksiin. Ohjelmassa on kuitenkin olemassa seulontapalvelu silmälääkärin kanssa, jolloin voi ensin konsultoida havaitsemansa muutokset ja vasta sen jälkeen ohjata asiakas silmälääkärille. Optomed Avenue -ohjelmisto havaitsee pienetkin muutokset, mitä optikko ei pysty näkemään paljaalla silmällä, jolloin sen uskotaan olevan hyödyksi tulevaisuudessa optisella alalla. Ohjelmistoa kehitetään tulevaisuudessa seulomaan myös glaukooman ja makuladegeneraation aiheuttamia muutoksia. Optomed Avenue -ohjelmisto ei ole suunniteltu korvaamaan silmälääkärin tutkimusta.

*” Suomalainen optikkokenttä on erittäin ketjuuntunut ja siellä on näöntutkimukseen ohjeistus olemassa, samoin silmänpohjan valokuvaukseen. Rutiinien muuttaminen vaatii perusteet ja paljon työtä ja uskoisin tämän olevan keskeisin syy testaamisen vähyyteen. ” – Optiikka Juurinen Oy:n perustaja ja toimitusjohtaja Timo Juurinen*

Silmänpohjan kuvantaminen on yleistynyt optikkoliikkeissä ja pian lähes kaikissa liikkeissä on tarjolla silmänpohjan kuvantamislaitteita. Optomed Avenue -ohjelmiston kehittyessä seulomaan muitakin silmänsairauksia kuin diabeettista retinopatiaa, voisi se lisätä varmasti käyttöä optikkoliikkeissä. Tämä nopeuttaisi ja helpottaisi optikoiden työtä ja he saisivat varmuutta ja kokemusta analysoidessaan silmänpohjan löydöksiä. Ohjelmiston avulla voitaisiin välttyä useammin niin sanotuilta turhilta silmälääkärille

lähetettäviltä asiakkaista. Vastaajista suurin osa uskoo optikoiden tekevän tulevaisuudessa erilaisia seulontoja terveyskeskusten sijaan ja diabetespotilaiden silmämepohjien kuvaukset olisivat yksi niistä. Optomed Avenue -ohjelmiston avulla diabeettisen retinopatian seulontojen kustannukset saataisiin tasolle, joka mahdollistaisi seulonnat jokaiselle.

Suuremmat optikkoliikkeet kokevat Optomed Avenue -ohjelmiston olevan kallis ilmaisen kokeiluversion jälkeen, koska kuvia otetaan useita joka päivä. Tämä saattaa osittain myös vaikuttaa negatiivisesti asiakasvirtaan, jos jokaisesta analysoidusta kuvasta otetaan maksu. Liikkeissä saattaisi herätä mielenkiinto ohjelmaa kohtaan, jos se keskitettäisiin vaan tietylle ketjulle käyttöön, jolloin asiakkaatkin arvostaisivat ohjelman käyttöä enemmän mainonnan kautta. Ohjelmaa ei nähdä kannattavana tai hyödyllisenä liikkeissä, missä silmämepohjankuvantamislaitetta ei ole tai liike on hyvin kiireinen, jolloin ei ole aikaa eikä resursseja käyttää ohjelman analyysiä jokaisen asiakkaan kohdalla. Yksityisissä optikkoliikkeissä taas ohjelma voisi olla tulevaisuudessa hyödyllisempi, mutta sen kustannuskysymykset ja kannattavuus herättävät kysymyksiä.

*” Ohjelman lisäarvo jää melko pieneksi, koska sen perusteella asiakas ei voi saada diagnoosia tai hoitoa. Toisaalta mikäli ohjelma havaitsee sellaisia muutoksia, jotka jäisivät muuten huomaamatta, on sen lisäarvo tottakai merkittävä. ” -Anonyymi optikko*

Kyselyyn vastanneet myös uskovat optisen alan kehittyvän koko ajan kliiniseempään suuntaan. Optikon ajatellaan olevan tulevaisuudessa yhä suuremmassa roolissa silmänterveiden alalla yhteistyössä silmälääkärrien kanssa, sillä väestön elinikä on nousemassa. Heidän mielestään silmälääkärit saavat tulevaisuudessa keskittyä enemmän leikkauksiin ja hoitamiseen, mutta optikot tekevät seulonnat. Tämä vähentää silmälääkärrien työn määrää ja kuormitusta. Kyselyn avulla myös selvisi, että Optomed Avenue -ohjelmistosta oltiin kuultu tai luettu, mutta sen kaltaiset toiset ohjelmistot eivät olleet tuttuja. Optomed Avenuesta olivat kuulleet optikot, jotka olivat osallistuneet optisen alan webinaareihin tai lukeneet alaan liittyviä lehtiä. Muutama ei ollut koskaan edes kuullut tekoälyn hyödyntämisestä optisella alalla.

#### 7.4 Yhteenveto

Kaikkien haastatteluun osallistuneiden kesken selvisi, että Optomed Avenue -ohjelmiston analysointia pidetään luotettavana. Kuvien tallentaminen ja niiden analysointi on nopeaa ja helppoa, mutta suuremmissa ja vilkkaimmissa optikkoliikkeissä tähän ei nähdä vielä resursseja. Pienemmissä, rauhallisemmissa liikkeissä ohjelman hyödyntäminen nähdään toimivana ratkaisuna tulevaisuudessa.

Vastauksista heräsi epäluulo Optomed Avenue -ohjelmiston ja silmänpohjan kuvantamislaitteiden yhteensopivuuden kanssa. Ohjelmisto vaatii tietynlaisen resoluution omaavan silmänpohjan kuvantamislaitteen toimiakseen moitteettomasti. Useimmissa suuremmissa ketjuliikkeissä on käytössä laserilla toimivat silmänpohjan kuvantamislaitteet, jolloin Optomed Avenue -ohjelmisto ei pysty analysoimaan kuvia. Ohjelmaa ollaan kuitenkin kehittämässä jatkuvasti, joten tulevaisuudessa voi olla mahdollista, että kyseinen kuvantamislaitte saadaan yhteensopivaksi ohjelmiston kanssa. Optomed Avenue -ohjelmisto toimii kuitenkin suurimman osan markkinoilla olevien silmänpohjan kuvantamislaitteiden kanssa. Kuvien tallentaminen toimii sujuvimmin, jos kamera on Optomedin suunnittelema Optomed Aurora tai Smartscope Pro, mitkä ovat käsissä pidettäviä ja sopivat pienen kokonsa ansiosta kaiken kokoisille klinikoille sekä ne on helppo kantaa mukana.

Optomed Avenue -ohjelmiston käyttäjä sekä optisen alan asiantuntija kokevat ohjelmiston käytön yleisesti helpoksi ja nopeaksi, eikä kehitysehdotuksia tullut. Analyysi toimii moitteettomasti ja sen avulla saa välittömästi informaatiota muutoksista. Ohjelman analysoinnin tekee helpoksi liikennevaloilla kuvatut arviot jatkotoimenpiteistä, mistä näkee välittömästi diabeettisen retinopatian muutokset, sillä ne on rengastettu kuvaan. Havaitut muutokset voi myös poistaa kuvasta, jolloin voi vertailla kuvia keskenään. Tämän avulla käyttäjä myös oppii paremmin havainnoimaan pelkällä omalla silmällä muutoksia, mitä ei aikaisemmin ollut huomannut kuvissa.

Ohjelmisto on hyvin uusi markkinoilla, eikä siitä ole kovin moni optisella alalla vielä tietoinen. Optomed Avenue -ohjelmisto lanseerattiin vasta syksyllä 2017.

Vastaajista osa oli kuullut ohjelmistosta vasta tämän opinnäytetyön kautta, kun taas muutama oli käynyt ohjelmaan liittyvän Optiikka Juurinen Oy:n järjestämän webinaarin.

Diabeetikoiden silmänpohjan kuvaus tehdään terveyskeskuksissa yleisesti 1-3 vuoden välein riippuen diabetestyyppistä, silmänpohjan muutosten määrästä ja haitta-asteesta. Seulonta vähentää riskiä diabeettisen retinopatian aiheuttamaan näkövammaisuuteen.

Diabeetikoiden pääsyä silmämöhjankuvauksiin voitaisiin nopeuttaa ja helpottaa tekemällä kuvaukset jatkossa optikkoliikkeissä. Suomessa on jo useita optikkoliikkeitä, joissa kuvaus voitaisiin suorittaa terveyskeskuksen sijaan. Silmämöhjan kuvaaminen on yleistynyt nykypäivinä optikkoliikkeissä, mikä tekee asiakkaaseen vaikutuksen. Optikkoliike saatetaan valikoida sen perusteella, missä kuvantamislaitte on käytössä. Ilman tarvittavia kuvantamismenetelmiä asiakas saattaa kääntyä pois ja etsiä liikkeen, missä tämä on mahdollista. Mitä laajempi näöntutkimus on, sitä enemmän se parantaa näönhuoltoa tulevaisuudessa.

Suurimpana negatiivisena asiana pidettiin ohjelmiston hintaa. Vastanneet eivät kokeneet suurimmissa liikkeissä sen olevan kannattavaa, koska silmämöhjat kuvataan lähes jokaiselta asiakkaalta päivittäin, jolloin analyysikin tulisi tehdä samalla. Ilmaisesta 20 kuvan kokeiluvärsiosta ei ole hyötyä suurimmissa liikkeissä, vaan hinnoittelu tulisi muokata järkevämmäksi, jotta se olisi kannattavaa. Optomed Avenue -ohjelmiston analyysi on kuitenkin tarkoitettu pääasiassa diabeetikoille, joilla ei ole vielä todettu diabeettisen retinopatian muutoksia silmämöhjissa. Täten analyysiä ei tarvitsisi tehdä jokaisen otetun silmämöhjakuvan yhteydessä. Osa vastanneista optikoista ei näe mahdollisena laskuttaa asiakasta analysoiduista kuvista, koska nykyään osassa optikkoliikkeistä saa silmämöhjankuvauksen veloitusetta näöntutkimuksen yhteydessä. Tietysti, jos näöntutkimuksista ja silmämöhjakuvauksista aletaan pyytämään jatkossa aina hinta, eikä tehdä ilmaista työtä, niin ohjelma voisikin olla hyödyllinen osana näöntutkimusta.

Lopuksi voimme todeta, että Optomed Avenue -ohjelmisto on kustannustehokas tulevaisuudessa, kunhan seulonnat aletaan tekemään terveyskeskusten sijaan optikkoliikkeissä, jolloin siitä laskutetaan asiakasta, eikä kuntaa. Havaitut poikkeavuudet lähetetään silmälääkärille analysoitavaksi ja vasta sen jälkeen ohjataan asiakas tarvittaviin lisätutkimuksiin. Tämä toimii varmasti aluksi paremmin yksityisissä optikkoliikkeissä, joissa asiakasvirta on rauhallisempaa. Asiakkaan tulisi jatkossa itse huolehtia seulonnoista tai optikkoliike voisi lähettää kutsun niihin.

## 8 Pohdinta

Opinnäytetyömme tavoitteena oli vertailla Optomed Avenue -ohjelmistoa omien, optikoiden sekä asiantuntijoiden kokemusten ja mielipiteiden perusteella. Ollisimme halunneet pureutua vielä syvemmin Optomed Avenue -ohjelmistoon ja sen algoritmiin, mutta Optomed Oy:lla on salassapitosopimus yhteistyökumppaninsa kanssa, minkä vuoksi tiettyihin asioihin emme saaneet vastausta. Saimme mielestämme kuitenkin työstä riittävän kattavan kuvaamaan kyseistä ohjelmistoa.

Opinnäytetyömme yhtenä tavoitteena oli kuvata ohjelmiston luotettavuutta. Optomed Avenue -ohjelmisto on mielestämme selkeä ja helppokäyttöinen. Yleisilme on selkeä ja visuaalisesti hyvin suunniteltu. Liikennevaloilla kuvatut arviot jatkotoimenpiteistä ovat helposti ymmärrettävät sekä analysointi on nopeaa ja jouhevaa. Kuvien lataaminen silmänpohjan kuvantamislaitteesta ohjelmalle vie oman aikansa, mutta hyvillä välineillä niiden siirtäminen sujuu ongelmitta. Silmänpohjan kuvantamislaitte tulee olla Optomed Avenue -ohjelmiston kanssa yhteensopiva, jotta tulos on luotettava. Jos analysoidavan kuvan resoluutiot eivät riitä, voi tulos olla harhaanjohtava. Kokeilimme erään optikkoliikkeen silmänpohjakameran toimivuutta yhdessä Optomed Avenue -ohjelmiston kanssa, mutta se antoi virheelliset positiiviset tulokset. Tämä saattoi johtua huonoista resoluutioista, mikä aiheutui kuvaa pakatessa ulkoiselle muistitikulle. Saimme kuitenkin kokeiltua ohjelman toimivuutta uusilla parempilaatuisilla anonyymi kuvilla, mitkä saimme Optomed Oy:lta. Toivomme kuitenkin, että Optomed Avenue -ohjelmistoa kehitetään jatkossa niin, että se toimisi yhä useampien silmänpohjan kuvantamislaitteiden kanssa, jolloin luottamus kuvien oikeaan analyysiin kasvaisi optikkoliikkeiden keskuudessa. Analysoitavia silmänpohjakuvia ladattaessa Optomed Avenueen, ei tule käyttää asiakkaan sosiaaliturvatunnusta, vaan jotain toista asiakastunnusta. Tämä parantaa potilaan tietosuojaa. Ohjelmiston käyttäjän tulee siis muistaa, mikä asiakastunnus kuuluu kellekin asiakkaalle, jolloin kuvia on helpompi organisoida.

Toisena tavoitteenamme oli saada selville, tuoko Optomed Avenue -ohjelmisto lisäarvoa näöntutkimukselle. Monet optikot olivat sitä mieltä, etteivät asiakkaat haluaisi maksaa Optomed Avenue -analyysin kaltaisista lisätutkimuksista, koska monissa optikkoliikkeissä näöntutkimus, silmänpaineen mittaaminen, sekä silmänpohjankuvantaminen kuuluvat tutkimuksen hintaan. Joissakin optikkoliikkeissä silmänpohjakuvausta peritään kuitenkin maksu. Mielestämme 1,49 € hinta ohjelmiston analyysistä ei kuitenkaan ole kovin suuri, jos asiakas maksaa jo muutenkin silmänpohjakuvausta. Jos diabetes potilaiden silmänpohjankuvaus tehtäisiin tulevaisuudessa pelkästään optikkoliikkeissä terveyskeskusten sijaan, tulisi näöntutkimuksen hintaa nostaa, mikä samalla vaikuttaisi kilpailukykyyn positiivisesti. Tämän avulla voisi myös olla mahdollista saada perittyä maksu tehdystä työstä, sillä optisen alan hinnoittelu on muuttunut kovasti viime vuosina. Isoille ketjuliikkeille olisi kannattavampaa, jos ohjelmistosta perittäisiin kiinteä kuukausimaksu yhden analyysin sijaan, koska he kuvaavat lähes jokaisen asiakkaan silmänpohjat. Nykypäivänä asiakkaat ovat kuitenkin valmiita sijoittamaan omaan terveyteensä yhä enemmän. Asiakkaille syntyisi tämän kaltaisten ohjelmien myötä myös enemmän luottamusta optikon tekemään näöntutkimukseen. Pieni osa asiakkaista ei varmastikaan uskoisi tekoälyyn pohjautuvaan tutkimustulokseen tai ainakaan olisi valmis maksamaan siitä lisähintaa. Toisaalta, jos tekoälyä markkinoitaisiin aluksi testimielessä terveydenhoitoalalla ennen kuin se saataisiin enemmän kansan tietoisuuteen, niin ohjelman käyttö osana näöntutkimusta saattaisi herättää kiinnostusta heidänkin keskuudessaan.

Viimeisenä ja tärkeimpänä asiana työmme kannalta oli saada selville optisen alan toimijoiden näkemys Optomed Avenue- ohjelmiston tulevaisuudesta. Olemme varmoja siitä, että tulevaisuudessa Optomed Avenue, tai sen kaltainen diabeettisen retinopatian seulontaohjelmisto, tulee yleisesti optikoiden ja mahdollisesti silmälääkäreiden käyttöön. Uskoisimme sen olevan juuri Optomed Avenue, koska kyseinen ohjelmisto on hyvin selkeä, helppokäyttöinen, suomalainen sekä markkinoilla ei ole muita tämän kaltaisia ohjelmistoja. Yhteiskunnan digitalisoitumisen ja koneellistumisen myötä yhä useammat työtehtävät siirtyvät ihmisiltä koneille ja ihmisten tekemä työ vähenee pikkuhiljaa. Täten myös diabeettisen retinopatian seulonta koneellistuu jossain vaiheessa, eikä optikoiden tarvitse käyttää tähän aikaa ja vaivaa, sillä tekoäly on väsymätön toisinkuin ihminen. Myös monien muiden silmänsairauksien seulontaohjelmistoja tulee varmasti tulevaisuudessa käyttöön, ehkä pian jopa Optomed Avenue -ohjelmistoon.

Monet alalla pidempään olevat optikot tutkivat silmnpohjankuvat rutiinilla ja saattavat jättää jotain pientä, mutta oleellista huomioimatta. Uskomme, että Optomed Avenue -ohjelmisto auttaa optikoita tunnistamaan diabeettisen retinopatian muutoksia paremmin silmnpohjasta ja olemaan huoleellisempia niitä arvioitaessa. Optomed Avenue -ohjelmiston ei missään tapauksessa ole tarkoitus korvata silmlääkäreitä tai optometristeja, mutta se antaa heille varmasti paremmat työkalut diabeettisen retinopatian seulontaan. Optikoiden lähettäessä analyysin silmlääkärille, saavat he palautteen ja oppivat sitä kautta toivottavasti tulkitsemaan kuvia paremmin.

Optomed Avenue -ohjelmisto olisi hyvin kustannustehokas ja säästäisi veronmaksajien varoja, jos optikkoliikkeet tekisivät seulontoja terveyskeskusten sijaan, tai se olisi terveyskeskuksissa osana diabetesmuutosten seulontaa. Samalla myös sairaaloiden kuormitus vähenisi, koska suurempi osa ensivaiheen seulonnasta tehtäisiin sairaalan ulkopuolella ja potilaat saapuisivat sairaalaan vasta silloin, kun tarvitsevat jatkohoitoa. Emme kuitenkaan osaa ottaa kantaa tulevaisuuden hinnoitteluun.

*”Nyt julkistettavat uudet ratkaisut ovat yrityksemme suurin ja merkittävin kehitysinvestointi tähän mennessä. Etenemme missiossamme tarjota ympäri maailmaa oleville asiakkaillemme ylivoimaisesti kaikista kustannustehokkaimpia ratkaisuja sokeuttavien silmänsairauksien seulontaan, diagnoosiin ja seurantaan” – Optomed Oy:n toimitusjohtaja Seppo Kopsala*

Yleisesti ottaen optikon seulontatyö on ajankohtainen asia. Ottaen huomioon optometristien koulutuksen tason ja osaamisen, olisi luontevaa, että he saisivat osallistua seulontakuvauksiin. Kaikista suurin hyöty kuitenkin Optomed Avenue -ohjelmistosta olisi potilaalle, joka pystyisi käymään seulontakuvauksissa lähistöllä olevassa optikkoliikkeessä kaukana olevan terveyskeskuksen sijaan. Paikkakunnasta riippuen terveyskeskukset saattavat olla pitkänkin matkan päässä kotoa.

Optometriapäivillä 13. - 14. tammikuuta 2018 luennottiin paljon tulevaisuudesta ja silmänsairauksista. Luennoilla selvisi, että ilmeisesti teoriassa optometristillä olisi mahdollisuus toimia esiasteen seulojana (mikroaneurysmat ja pienemmät verenvuodot), mutta tällöin optikkoliikkeellä pitäisi olla myös järjestelmä, missä optometristeilla olisi oikeus tehdä palveluja ostopalveluna kunnille. Tällöin optometristit saavat kunnalta

korvauksen työstään. Jos korvausta tehdystä työstä ei saataisi, ei tämän tyyppinen seulontapalvelu ole mahdollista optikkoliikkeissä, sillä se ei ole kannattavaa.

Suurin osa optikoista ei ollut kuullut kyseisestä ohjelmasta lainkaan. Luulemme osasyyn olevan innostumattomuus tämän tyyppisiä ohjelmia kohtaan, koska he eivät tiedä miten ohjelmisto voisi avustaa heitä tulevaisuudessa. Toinen syy saattaa olla se, että ylipäättään asiakkaiden silmänpohjienkuvaamisen ympärillä on paljon keskustelua tällä hetkellä ja moni ei uskalla tämän takia lähteä tarjoamaan uusia silmän terveyteen liittyviä palveluja. Useammassa optikkoliikkeessä tehdään näöntutkimukset tietyllä konseptilla, jolloin optikot eivät voi vaikuttaa hankittaviin laitteisiin tai toimintatapoihin.

Opinnäytetyöprojektimme sujui kokonaisuudessaan ongelmitta ja aikataulussa, sekä olemme tyytyväisiä lopputulokseen. Suurin haaste opinnäytetyön tekemisessä oli Optomed Avenue -ohjelmistoa käyttäneiden optikoiden vähyyys, joilta olisimme voineet saada enemmän käyttökokemuksia ohjelmistoon liittyen. Saimme onneksi työstämme riittävän kattavan haastattelemalla optikoita, jotka eivät olleet vielä käyttäneet ohjelmistoa. Kyselyn avulla esiin nousi paljon erilaisia mielipiteitä Optomed Avenue -ohjelmistosta ja sen käyttöönotosta. Toivomme, että opinnäytetyömme kautta Optomed Avenue -ohjelmisto tulee tulevaisuudessa optikoiden ja silmälääkäreiden tietoisuuteen, ja siten laajemmin terveydenhuollon käyttöön.

Jatkotutkimusehdotuksena olisikin selvittää, miten Optomed Avenue -ohjelmiston kaltaisen seulontapalvelun saisi terveyskeskuksiin tai optikkoliikkeisiin, jolloin työn kuormitus vähenisi. Tämä käytäntö on jo ollut osittain muissa Pohjoismaissa käytössä. Olisi myös mielenkiintoista tietää asiakkaiden näkökulma kyseistä ohjelmistosta osana näöntutkimusta.



## Lähteet

Abramoff, Michael, Garvin, Mona & Sonka, Milan 2010. Retinal imaging and image analysis. IEEE Rev Biomed England. Verkkodokumentti. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3131209/pdf/nihms301360.pdf>>. Luettu 25.1.2018.

Andreasen, Michael & Kjellberg, Jacob 2008. The Danish Committee for Health Education. Denmark. Verkkodokumentti. <[https://docs.wixstatic.com/ugd/fe6c61\\_6ab3f74be468433d8bbe9813defde6a2.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/fe6c61_6ab3f74be468433d8bbe9813defde6a2.pdf)>. Luettu 19.12.2017.

Cormen, Thomas, Leiserson, Charles, Rivest, Ronald & Stein, Clifford 2014. Introduction to algorithms. 3. painos. London, England. 3-6. Verkkodokumentti. <<https://ebookcentral.proquest.com/lib/metropolia-ebooks/reader.action?docID=3339142>>. Luettu 20.12.2017.

Dodson, Paul 2008. Diabetic Retinopathy: screening to treatment. Oxford diabetes library.

Elkington, Andrew R., Frank, Helena J. & Greaney, Michael J. 1999. Clinical Optics. Third Edition. Oxford UK: Blackwell Science.

Elliot, B. David 2014. clinical procedure in primary eye care. 4. painos. United Kingdom: Saunders Elsevier.

Friedman, Neil J. & Kaiser, Peter K. 2009. Illustrated Manual of Ophthalmology. The Massachusetts Eye and Ear Infirmary. 3. painos. California: Saunders Elsevier.

Forrester, John V., Dick, Andrew D., McMenemy, Paul G., Roberts, Fiona & Pearlman, Eric 2016. The Eye. Basic sciences in practice. 4. edition. Western Australia: Elsevier.

Grosvenor, Theodore 2007. Primary Care Optometry. 5. painos. Missouri: Butterworth Heinemann Elsevier.

Hietanen, Jaana, Hiltunen, Riitta & Hirn, Heli 2005. Silmähoidon käsikirja. 1. painos. Werner Söderström Osakeyhtiö.

Hirsjärvi, Sirkka & Hurme, Helena 2000. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino

Hirsjärvi, Sirkka, Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula 2013. Tutki ja kirjoita. 15.–17. painos. Helsinki: Tammi.

Kahn, C. Ronald, Weir, Gordon C., King, George L., Jacobson, Alan M., Moses, Alan C. & Smith, Robert J. 2005. Joslin's Diabetes Mellitus. Fourteenth Edition. Boston: Joslin Diabetes Center.

Kela. 2016. Kelasto-raportit. Diabetes lääkkeitä korvauksia saaneet vuonna 2016. Tilasto- ja tietovarastoryhmä. Verkkodokumentti.  
<[http://raportit.kela.fi/ibi\\_apps/WFServlet](http://raportit.kela.fi/ibi_apps/WFServlet)>. Luettu 30.1.2018.

Kivelä, Tero 2011. Silmän rakenne ja toiminta. Teoksessa Saari, K. M. (toim.): Silmätautioppi. 6 painos. Jyväskylä: Kandidaattikustannus Oy. 11-36.

Kopsala, Seppo. n.d. Teknolohiateollisuus. Optomed aloitti näönuhollon uuden aikakauden. Verkkodokumentti.  
<<http://healthtech.teknolohiateollisuus.fi/fi/uutiset/optomed-aloitti-naönuhollon-uuden-aikakauden>>. Luettu 12.3.2018

Larsen, Michael, Gondolf, Theis, Godt, Jannik, Jensen, Maja, Hartvig, Niels, Lund-Andersen, Henrik & Larsen, Nicolai 2007. Current eye research. Assessment of Automated Screening for Treatment-Requiring Diabetic Retinopathy. Department of Ophthalmology, Glostrup Hospital, University of Copenhagen, Glostrup, Denmark.

Metropolia 2014. Terveysteknologia. Silmänpohjan kuvantaminen. Verkkodokumentti.  
<<https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageld=109452176>>. Luettu 25.1.2018.

Nishtha, Panwat, Philemon Huang, Jiayung, Lee, Pearse A, Keane, Tjin, Swee Chuan, Ashutosh, Richhariya, Stephen, Teoh, Tock, Han, Lim & Rupersh, Agrawal 2015. Fundus Photography in the 21st Century—A Review of Recent Technological Advances and Their Implications for Worldwide Healthcare. National Healthcare Group Eye Institute. Singapore. Verkkodokumentti. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4790203/pdf/tmj.2015.0068.pdf>>. Luettu 25.1.2018.

Nyman, Christoffer 2018. Aluemyyntipäällikkö. Optomed Oy. Haastattelu: 8.1.2018.

Optomed Avenue 2017. Optomed Avenue - Road To Care. Verkkodokumentti.  
<<https://www.optomedavenue.com/>>. Luettu 10.1.2018.

Optomed Avenue n.d. Until diabetic retinopathy is no longer a problem. Optomed Avenue. Verkkodokumentti.  
<[https://docs.wixstatic.com/ugd/fe6c61\\_14cb80601a454c238a6a128ca582470f.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/fe6c61_14cb80601a454c238a6a128ca582470f.pdf)>. Luettu 22.12.2017.

Optomed Oy 2017 a. Optomed Avenue - koulutusmateriaali. Optomed Avenue. Verkkodokumentti.  
<[https://docs.wixstatic.com/ugd/fe6c61\\_4bd2f993214f4252b18f182bb137c3af.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/fe6c61_4bd2f993214f4252b18f182bb137c3af.pdf)>. Luettu 22.12.2017.

Optomed Oy 2017 b. Optomed Oy (LTD). Optomed. Verkkodokumentti. <<https://www.optomed.com/company-1>>. Luettu 21.12.2017.

Optomed Oy 2017 c. Optomed Orbit. Optomed. Verkkodokumentti. <<https://www.optomed.com/optomedorbit>>. Luettu 13.3.2017.

Optomed Oy 2017 d. Optomed Aurora. Optomed. Verkkodokumentti. <<https://www.optomed.com/optomedaaurora>>. Luettu 13.3.2018.

Rabbets, Ronald B. 2007. Bennett & Rabbetts' Clinical Visual Optics. Fourth Edition. Philadelphia: Butterworth Heinemann Elsevier.

Rönnemaa, Tapani & Summanen, Paula 2011. Diabeteksen vaikutukset elimistössä. Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo, Rönnemaa, Tapani, Saha, Marja-Terttu & Sane, Timo (toim.): Diabetes. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy. 393-454.

Saari, Matti, Mäntylä, Maija, Summanen, Paula & Nummelin, Kari 2011. Silmän tutkiminen. Teoksessa Saari, K. M. (toim.): Silmätautioppi. 6 painos. Jyväskylä: Kandidaattikustannus Oy. 50-92.

Saraheimo, Markku 2011. Mitä diabetes on? Teoksessa Ilanne-Parikka, Pirjo, Rönnemaa, Tapani, Saha, Marja-Terttu & Sane, Timo (toim.): Diabetes. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy. 7-40.

Skalicky, Simon E. 2016. Ocular and Visual Physiology: Clinical Application. Singapore: Springer.

Vepsäläinen, Janne 2017. Tuotevastaava. Optomed Oy. Haastattelu: 20.12.2017

## **Saatekirje Optomed Avenue -ohjelmiston käyttäjille**

Arvoisa vastaanottaja,

Olemme Metropolia Ammattikorkeakoulun optometristiopiskelijoita ja valmistumme tänä keväänä 2018. Teemme opinnäytetyötä, jossa vertailemme Optomed Avenue -ohjelmiston hyödyllisyyttä ja käyttökokemuksia. Yhtenä osana työtämme on kysely optikoille ja asiantuntijalle ohjelmiston toimivuudesta ja parannusehdotuksista. Tavoitteena on tuoda tekoälyn tarjoamat mahdollisuudet käytännön arkeen optiselle alalle. Opinnäytetyömme yhteistyökumppanina toimii Timo Juurinen Optiikka Juurinen Oy:sta, jolta saittekin Optomed Avenuen kokeiluun. Kyselymme on suunnattu pienelle joukolla, joten olisi erityisen tärkeää, että saisimme realistiset vastaukset kaikilta vastanneilta. Olisimme kiitollisia, jos käyttäisitte vastaamiseen pienen hetken aikaa ja miettisitte vastaukset ohjelmiston kehitystä ajatellen. Te siis vastaatte kyselyyn Optomed Avenuen käyttäjänä. Kyselyyn vastataan anonyymisti, eikä vastaajien tietoja esitetä missään vaiheessa opinnäytetyötä, jolloin heitä ei voida tunnistaa. Ohjaavat opettajamme ovat Kaarina Pirilä ja Johanna Valtanen.

Mikäli sinulle herää kysymyksiä tai ongelmia kyselyyn liittyen, niin olethan yhteydessä suoraan meihin. Autamme mielellämme.

Kiitämme vastauksista ja vaivannäöstä.

Ystävällisin terveisin,

Pauliina Lahtinen ja Jutta Liimatta

**Saatekirje Optomed Avenue -kyselyyn osallistujille**

Arvoisa vastaanottaja,

Olemme Metropolia Ammattikorkeakoulun optometristiopiskelijoita ja valmistumme tänä keväänä 2018. Teemme opinnäytetyötä, jossa vertailemme Optomed Avenue -ohjelmiston hyödyllisyyttä ja käyttökokemuksia. Yhtenä osana työtämme on kysely optikoille, mahdollisille uusille käyttäjille ja asiantuntijalle ohjelmiston toimivuudesta ja parannusehdotuksista. Tavoitteena on tuoda tekoälyn tarjoamat mahdollisuudet käytännön arkeen optiselle alalle. Opinnäytetyömme yhteistyökumppanina toimii Timo Juurinen Optiikka Juurinen Oy:stä. Kyselymme on suunnattu pienelle joukolle, joten olisi erityisen tärkeää, että saisimme realistiset vastaukset kaikilta vastanneilta. Olisimme kiitollisia, jos käyttäisitte vastaamiseen pienen hetken aikaa ja miettisitte vastaukset ohjelmiston kehitystä ajatellen. Vastaatte siis kysymyksiin mahdollisina uusina käyttäjinä. Kyselyyn vastataan anonymisti, eikä vastaajien tietoja esitetä missään vaiheessa opinnäytetyötä, jolloin heitä ei voida tunnistaa. Ohjaavat opettajamme ovat Kaarina Pirilä ja Johanna Valtanen.

Mikäli sinulle herää kysymyksiä tai ongelmia kyselyyn liittyen, niin olethan yhteydessä suoraan meihin. Autamme mielellämme.

Kiitämme vastauksista ja vaivannäöstä.

Ystävällisin terveisin,

Pauliina Lahtinen ja Jutta Liimatta

Asiantuntijahaastattelu Optiikka Juurinen Oy:n Timo Juuriselle

1. Miten yleisesti arvioisit Optomed Avenue -ohjelmiston toimivuutta? Minkälaisia kehitysehdotuksia sinulla on ohjelmiston käyttöön ja tekniikkaan liittyen?

---

---

2. Millaista lisäarvoa näöntutkimukselle ohjelmiston käyttö tuo?

---

---

3. Minkä arvelet olevan suurin syy optikoiden tietämättömyyteen ohjelmistosta ja haluttomuuteen kokeilla sitä?

---

---

---

4. Miten näet Optomed Avenue -ohjelmiston käytettävyyden optikoiden ja sairaanhoidon keskuudessa tulevaisuudessa?

---

---

---

---

5. Voisivatko optikot tehdä tulevaisuudessa diabeetikoiden silmänpohjan kuvantamisen terveyskeskuksen sijaan?

---

---

6. Luuletko, että asiakkaat arvostaisivat diabeettisen retinopatian seulontaa lisäpalveluna optikkoliikkeissä?

---

---

---

7. Minkälainen käyttökoulutus järjestetään uusille käyttäjille?

---

---

---

8. Voisiko ohjelmaa kehittää jatkossa siten, että useammat erilaiset silmänpohjakamerat toimisivat yhdessä Optomed Avenue -ohjelmiston kanssa? Esimerkiksi laserilla toimivat silmänpohjakamerat?

---

---

---

## Haastattelukysymykset Optomed Avenue -ohjelmiston käyttäjälle

Optikko vastaa anonyyminä

1. Kuinka usein otatte silmänpohjakuvia ja hyödynnätte Optomed Avenue -ohjelmistoa? Vai hyödynnättekö Optomed Avenue -ohjelmistoa ainoastaan erikoistapauksissa?

---

---

---

2. Onko Optomed Avenue -ohjelmiston käyttö mielestänne helppoa vai haastavaa / nopeaa vai hidasta?

---

---

---

3. Onko Optomed Avenue -ohjelmisto mielestänne luotettava ja riittävän tarkka? Tiedätkö mihin kuvien analysointi perustuu?

---

---

---

4. Miten asiakkaat ovat kokeneet Optomed Avenue -ohjelmiston käytön osana näöntutkimusta? Arvostaako asiakas sen käyttöä?

---

---



5. Voisitteko kuvitella Optomed Avenue -ohjelmiston olevan jatkossa osa näöntutkimustanne?

---

---

---

6. Oletteko oppineet ohjelmiston avulla havainnoimaan diabeteksen aiheuttamia muutoksia paremmin paljaalla silmällä?

---

---

---

7. Oletteko kokeilleet aiemmin vastaavia ohjelmistoja ja tiesittekö samankaltaisten ohjelmistojen olevan markkinoilla? Mistä kuulitte Optomed Avenuesta?

---

---

---

8. Millaista lisäarvoa näöntutkimukselle ohjelman käyttö tuo?

---

---

---

9. Minkälaisia kehitysehdotuksia teillä on ohjelmalle?

---

---

Haastattelukysymykset Optomed Avenue -ohjelmistosta työelämäosaajille.  
Optikot vastaavat anonyyminä.

1. Kuinka usein sinulla tulee asiakkaiden silmänpohjakuvia tutkiessasi vastaan diabeettista retinopatiaa?

---

---

---

2. Uskotko Optomed Avenue -ohjelmiston analyysin olevan tarpeeksi luotettava ja riittävän tarkka? Tiedätkö, mihin kuvien analysointi perustuu?

---

---

---

3. Uskoisitko asiakkaiden arvostavan Optomed Avenue -ohjelmiston käyttöä osana kokonaisvaltaista näöntutkimusta? Voisiko ohjelma olla tulevaisuudessa osa näöntutkimustanne? Millaista lisäarvoa ohjelmiston käyttö tuo näöntutkimukselle?

---

---

---

---

---

4. Oletteko kokeilleet aiemmin vastaavia ohjelmistoja ja tiesittekö samankaltaisten ohjelmistojen olevan markkinoilla? Mistä kuulitte Optomed Avenuesta?

---

---

---

5. Uskotko optikoiden osallistuvan tulevaisuudessa diabeteksen seulontakuvauksiin yhteistyössä silmälääkärien kanssa?

---

---

6. Minkä arvelet olevan suurin syy ohjelman hyödyllisyydestä huolimatta, että optikkoliikkeet eivät halua ottaa käyttöön ilmaista kokeiluversiota Optomed Avenuesta?

---

---

---

---