

Reeta Repo

**SILMÄNPOHJAKUVANTAMINEN JA TEKOÄLYN KÄYTTÖ
DIABEETTISEN RETINOPATIAN SEULONNASSA**

**SILMÄNPOHJAKUVANTAMINEN JA TEKOÄLYN KÄYTTÖ
DIABEETTISEN RETINOPATIAN SEULONNASSA**

Reeta Repo
Opinnäytetyö
Syksy 2018
Optometrian tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Optometrian tutkinto-ohjelma

Tekijä: Repo Reeta

Opinnäytetyön nimi: Silmänpohjakuvantaminen ja tekoälyn käyttö diabeettisen retinopatian seulonnassa

Työn ohjaajat: Juustila Tuomas ja Diekhoff Stefan

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2018

Sivumäärä: 35 + 2

Diabetes on hoitamattomana näköä uhkaava sairaus. Vaikutukset silmiin alkavat usein oireettomina, joten silmien terveydentilan säännöllinen seuranta on tarpeen. Oululainen Optomed on kehittänyt silmänpohjamuutosten seulontaan ja seurantaan käytettävän Aurora-kameran ja Avenue-järjestelmän.

Opinnäytetyössä kamera ja järjestelmä vietiin koekäyttöön kolmeen optikkoliikkeeseen. Optikot kuvasivat asiakkaiden silmänpohjat ja kuvat analysoitiin Avenue-ohjelmiston avulla silmänpohjamuutosten löytämiseksi. Myös silmälääkäri analysoi otetut silmänpohjakuvat ja antoi niistä oman arviionsa. Näitä kahta arviota vertailtiin keskenään. Optikkoliikkeissä järjestelmää testanneille optikoille lähetettiin myös kysely koskien kameran ja ohjelmiston käyttöä.

Tietoperusta rakentuu verkkokalvon anatomiasta sekä diabeteksestä sairautena. Opinnäytetyössä käsitellään myös diabeteksen silmävaikutukset ja sen seulontaperiaatteet Suomessa. Teoriapohjassa on käyty läpi lisäksi Aurora-kameran ja Avenue-järjestelmän käyttöä sekä tekoälyn perustuvien ohjelmistojen käyttöä terveydenhuollossa. Työn tarkoituksena oli tarjota tietoa kameran ja ohjelmiston luotettavuudesta sekä saada kerättyä käyttäjäpalautetta optikkoliikkeistä.

Optikoille kuvausjakson päätteeksi lähetetty käyttäjäkysely toteutettiin laadullisin menetelmin. Kaikista kolmesta kuvanneesta liikkeestä saatiin kyselyyn avoimet vastaukset. Optomedin kameraa ja ohjelmistoa käyttäneet optikot antoivat kameran käytettävyydestä pääosin positiivista palautetta. Vaikeuksia oli joissain tapauksissa ollut samentuneen mykiön läpi kuvaamisessa ja kuvanlaadun kanssa. Järjestelmän käsittely oli käynyt sujuvasti ja kuvaaminen oli istunut optikoiden mukaan mainiosti osaksi optikon päivittäistä työtä.

Optomed Aurora -kameralla kuvatuissa ja Avenue-ohjelmistolla analysoiduissa silmänpohjakuvissa ei löytynyt silmänpohjamuutoksia niin ohjelmiston kuin silmälääkärin arvionkaan mukaan. Tältä osin vertailut olivat siis yhtenäiset. Tutkimuksen voisi tehdä uudestaan valitsemalla kuvattaviksi asiakkaita, joilla silmänpohjamuutoksia olisi oletettavasti löydettävissä, jotta vertailua ohjelmiston ja silmälääkärin analyysin välillä voisi tehdä laajemmin.

Asiasanat: diabetes, retinopatia, silmänpohjakuvaus, seulonta

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Optometry

Author: Repo Reeta

Title of thesis: Fundus imaging and the use of artificial intelligence in the screening of diabetic retinopathy

Supervisors: Juustila Tuomas and Diekhoff Stefan

Term and year when the thesis was submitted: Fall 2018

Number of pages: 35 + 2

Diabetes is a sight threatening illness if left untreated. Effects on the eyes often begin asymptotically, so regular eye monitoring is necessary. Optomed has developed Aurora camera and Avenue system for automated diabetic retinopathy screening from fundus images.

The camera and the system were taken to three optical stores in Finland. The opticians did fundus imaging and the images were analyzed using the Avenue software to find retinal changes. The fundus images were also analyzed by an ophthalmologist. These two analyses were compared to each other. The optical stores also received a survey about the use of the camera and the software.

The knowledge basis consists of anatomy of the retina and diabetes as a disease. Eye effects of the diabetes and the screening principles of diabetes in Finland are also being covered. There is also a section about the use of Aurora camera and Avenue system and about the use of systems based on artificial intelligence in health care. The aim of the thesis was to provide information of the reliability of the camera and the software and to gather user feedback from optical stores.

The feedback survey which was sent to opticians was done by qualitative method. The responses were received from all three optical stores. The feedback from opticians was mainly positive. Some difficulties were faced with the image quality. The opticians had experienced that the use of the camera and Avenue system was easy to take as a part of daily basis of optician's work.

There were not any diabetic retinopathy findings in any 85 pieces of fundus images taken with Aurora camera and analyzed either by Avenue software or by the ophthalmologist so the analyses were alike. The research could be rearranged by selecting patients who could presumably have retinal changes to make better comparison between the software and the ophthalmologist analysis.

Keywords: diabetes, retinopathy, fundus imaging, screening

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	SILMÄNPOHJA	7
2.1	Suonikalvo.....	7
2.2	Verkkokalvo.....	8
2.3	Näköhermo.....	9
2.4	Verisuonitus.....	10
3	DIABETES.....	12
3.1	Eri tautimuodot	13
3.2	Diabetes Suomessa	14
4	DIABEETTINEN RETINOPATIA.....	15
4.1	Diabeettisen retinopatian luokittelu vaikeusasteittain	15
4.2	Diabeettisen retinopatian seulonta silmänpohjakuvauksin	17
4.2.1	Diabeettisen retinopatian seulonnan ajoitus.....	17
4.2.2	Kuvakentät.....	18
4.2.3	Vastuu kuvalöydösten tulkinnasta.....	18
4.2.4	Tekoäly seulonnan apuvälineenä.....	19
5	OPTOMED AURORA -SILMÄNPOHJAKAMERA JA AVENUE-JÄRJESTELMÄ.....	21
5.1	Optomed Aurora -silmänpohjakamera.....	21
5.2	Kameran käyttö	22
5.3	Optomed Avenue -järjestelmä	24
5.4	Järjestelmän käyttö	25
6	KUVAUSJAKSO OPTIKKOLIIKKEISSÄ	26
7	KÄYTTÄJÄKYSELY.....	27
7.1	Kysely.....	27
7.2	Tulokset.....	28
8	POHDINTA	30
8.1	Tavoite ja tulokset	30
8.2	Tutkimuksen eettisyys	31
8.3	Oppimiskokemukset ja jatkotutkimusehdotukset	32
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	36

1 JOHDANTO

Diabetesta sairastavalla on kohonnut riski sairastua diabeettiseen retinopatiaan, joka on silmänpohjan verkkokalvon sairaus. Jokaisen diabetesta sairastavan silmänpohjien tilannetta tulee seurata säännöllisesti, sillä silmänpohjamuutokset etenevät aluksi oireetta. Säännöllinen seuranta on tarpeen, jotta tämä hoitamattomana näköä uhkaava sairaus havaitaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja hoito päästään aloittamaan ennen kuin se vaikuttaa näkökykyyn.

Oululainen Optomed Oy on kehittänyt vaivattoman tavan diabeettisten silmänpohjamuutosten seurantaan ja seurantaan. Optomed Aurora on pienikokoinen ja käsikäyttöinen silmänpohjakamera, jota voidaan käyttää yhdessä Optomed Avenue -ohjelmiston kanssa. Avenue-ohjelmisto etsii silmänpohjakuvista diabeteksen aiheuttamia alkuvaiheen muutoksia ja luokittelee silmänpohjakuvat tekoälyn avulla kolmeen luokkaan: useita silmänpohjamuutoksia, vähäisiä muutoksia tai ei silmänpohjamuutoksia. Arvio silmänpohjan muutoksista voi olla myös luokittelematon, jossa uusintakuvausta suositellaan. Silmänpohjakuvat voidaan ottaa ilman pupillin laajennusta ja kuvaajana voi toimia esimerkiksi optikko. Kuvat on mahdollista ohjelmiston avulla tallentaa ja lähettää esimerkiksi silmälääkärin tarkasteltaviksi.

Opinnäytetyössä tutkimuksen tarkoituksena oli ottaa Optomed Aurora -kameralaitteisto testikäyttöön optikkoliikkeeseen, kuvata siellä asiakkaiden silmänpohjia, analysoida ja luokitella otetut kuvat ensin Avenue-ohjelmistolla ja lähettää ne sen jälkeen silmälääkärille arvioitaviksi. Silmänpohjakuvista saatuja arvioita oli tarkoitus verrata keskenään. Asiakkaat saivat kuulla analyysin omista silmänpohjakuvistaan välittömästi kuvaamisen yhteydessä. Kuvaamalla silmänpohjat optikko sai lisätietoa asiakkaansa silmäterveydestä anamneesin ja tutkimuksensa täydennykseksi. Kuvat hyödyttävät optikkoa ja asiakasta myös jatkossa, sillä kuvia voidaan käyttää apuna asiakkaan silmäterveydentilan seurannassa.

Kuvausjakson jälkeen optikkoliikkeisiin lähetettiin käyttäjäkysely koskien kameran ja järjestelmän käytettävyyttä ja silmänpohjien kuvaamista osana optikon työtä. Kyseisestä käyttäjäpalautteesta saatiin tietoa laitteen teknisestä toimivuudesta, ohjelmiston käytön intuitiivisuudesta ja siitä, oliko silmänpohjien kuvaaminen osana optometristin työtä tuntunut hyödylliseltä.

2 SILMÄNPOHJA

Jotta optometrismi voisi tutkia ja kuvata silmänpohjia sekä tulkita silmänpohjakuvia, on hänellä oltava hyvä käsitys silmänpohjan rakenteesta. Ammattilaisella tulee olla riittävä osaaminen silmänpohjan sairauksista ja tietoa niihin liittyvistä muutoksista, jotta poikkeamat voidaan tunnistaa ajoissa ja ohjata asiakas tarpeen mukaan jatkohoitoon.

2.1 Suonikalvo

Suonikalvo on osa suonikalvostoa. Suonikalvo on runsaasti verisuonitettu kerros, joka edestä rajoittuu sädekehään ja silmän takana näköhermoon. Silmän takaosassa suonikalvo on paksuimmillaan ja ohenee silmän etuosaa kohti. Suonikalvo voidaan jakaa kuuteen kerrokseen: uloimpaan pigmenttikerrokseen, lamina fuscaan, suonikalvon verisuonikerrokseen, joka jakautuu Hallerin ja Sattlerin verisuonikerrokseen, koriokapillaariseen kerrokseen ja sisimpään Bruchin membraaniin. Suonikalvo kiinnittyy kovakalvoon näköhermon lähellä sekä pyörrelaskimoiden alueella. Suonikalvon ja kovakalvon välillä on perikoroidaalinen tila. Siellä kulkevat pitkät ja lyhyet siliaarivaltimot sekä hermot. (Snell 1998, 157.)

Suonikalvon kerroksista ulommainen eli suonikerros koostuu löyhästä kudoksesta, joka sisältää melanosyyttejä ja verisuonia. Suonikalvon ja kovakalvon muutosaluetta sanotaan lamina fuscaksi, itse löyhää suonikerrosta stroomaksi. Melanosyytit ja verisuonet antavat suonikalvolle sen tyypillisen värin. Tässä kerroksessa esiintyvät valtimot ovat lyhyiden takimmaisten siliaarivaltimoiden haaroja. Suonikerroksen laskimot ovat valtimoita laajempia ja kerääntyvät pyörrelaskimoiksi, jotka kovakalvon lävistettyään yhdistyvät silmän suurempiin laskimoihin. (Snell 1998, 157.)

Kapillaarikerros on verkkomainen hiussuoniverkosto, jonka tarkoitus on ravita ympärillään olevia rakenteita, erityisesti verkkokalvon ulointa kolmannesta. Suonten tiheys ja laajuus on suurimmillaan makulan alueella. (Snell 1998, 157.)

Bruchin membraani on hiussuoniverkoston ja verkkokalvon pigmenttiepiteelin erottava kalvo. Tämä suonikalvon sisin osa on hyvin tiukasti kiinnittynyt verkkokalvon ulkokerrokseen pigmenttiepiteeliin ja toimii veri-verkkokalvoesteenä. (Snell 1998, 157.)

2.2 Verkkokalvo

Verkkokalvo eli retina on erikoistuneesta hermokudoksesta muodostunut läpinäkyvä silmän seinämän sisin kerros. Sille muodostuu silmän optisten osien muodostama kuva. Verkkokalvon solut muuttavat kuvan hermoimpulsseiksi, jotka kulkevat aivoihin tulkittaviksi. Verkkokalvo voidaan jakaa kahteen osaan: pigmenttiepiteeliin ja sisempään sensoriseen retinaan. (Snell 1998, 175, Saari 2011, 232.)

Verkkokalvon sensorinen osa voidaan jakaa edelleen osiin, jotka lasiaisesta ulospäin ovat sisempi rajakalvo, hermosäiekerros, gangliosolukerros, sisempi verkkomainen kerros, sisempi tumakerros, ulompi verkkomainen kerros, ulompi tumakerros, ulompi rajakalvo sekä valoistinsolukerros. Sensorisen retinan jälkeen uloimpana on Bruchin membraaniin tiukasti kiinnittyvä verkkokalvon pigmenttiepiteeli. (Saari 2011, 232.)

Silmän etuosassa verkkokalvo rajoittuu ora serratun eli sahalaitaan muistuttavaan rengasmaiseen kudokseen sädekehän taakse. Takaosastaan verkkokalvo kiinnittyy tiukasti näköhermon pään reunoihin. Verkkokalvo jaetaan perifeeriseen reuna-alueeseen ja keskialueeseen. (Snell 1998, 175; Saari 2011, 232.)

Keskialue sijoittuu näköhermon pään temporaalipuolelle ja se rajoittuu näköhermosta lähteviin ylä- ja alatemporaaliverisuoniin. Tätä aluetta kutsutaan makulaksi ja se on halkaisijaltaan noin 5 millimetrin kokoinen. Makula saa tumman värinsä retinan pigmenttiepiteelistä, toisinaan esiintyvä keltävä sävy aiheutuu ksantofyllipigmenteistä. Makulan keskellä on läpimitaltaan noin 1,5 millimetrin kokoinen verkkokalvon keskuskuoppa fovea. Kuopan alueelta puuttuvat verkkokalvon sisemmät kerrokset; fovealla on tiheään järjestäytyneitä valoa aistivia tappisoluja. Aivan fovean keskeistä tarkkan näkemisen aluetta sanotaan foveolaksi. Verkkokalvon reuna-alue eli perifeerinen alue on keskeisen alueen ulkopuolinen osa, jonka pääasialliset valoistinsolut ovat sauvasoluja. (Snell 1998, 175,186; Saari 2011, 232, 236.)

Sairauden aiheuttama silmänpohjamuutos, kuten verenvuoto, tulehdusnesteen kertyminen tai turvotus verkkokalvon keskeisellä alueella saattaa aiheuttaa nähtävän kuvan vääristymistä tai sen koon muutosta. Aina potilaalla ei kuitenkaan ole selkeitä oireita ja muutokset huomataan vasta silmänpohjan tutkimuksen yhteydessä. (Saari 2011, 237.)

2.3 Näköhermo

Aivohermoja on 12 paria ja ne voivat olla joko sensorisia eli aistitietoa tuovia, motorisia eli liiketietoa vieviä tai molempia. Silmään vaikuttavia aivohermoja ovat II näköhermo, III liikehermo, IV tela-hermo, V kolmoishermon ensimmäinen eli silmähaara, VI loitontajahermo sekä VII kasvohermo. Näköhermo on täysin sensorinen hermo, joka vastaa näköaistiedon tuomisesta verkkokalvolta aivoihin. (Vierimaa & Laurila 2014, 274-275.)

Näköhermo voidaan jakaa neljään osaan: intraokulaarinen osa, jonka pituus on noin 1 mm; intraorbitaalinen osa pituudeltaan n. 25 mm; intrakanalikulaarinen silmän ulkopuolinen osa pituudeltaan 5 mm sekä intrakraniaalinen kallonsisäinen osuus, jonka pituus on n. 10 mm. Näköhermo on juoste aivojen valkeaa ainetta ja se ulottuu silmänpohjasta aivojen näköhermoristiin kiasmaan. (Snell 1998, 380; Saari 2011, 264.)

Intraokulaarinen eli silmänsisäinen osa sisältää näköhermon pään ja sinne kerääntyvät gangliosolujen aksonien hermosäikeet, sekä kovakalvon siivilämäisen seulalevyn eli lamina cribrosan, jonka hermosäikeet lävistävät. Näköhermon pään alueella verkkokalvolta tulevat hermosyyt ovat myeliinitupettomia ja taipuvat jyrkästi noin 90 astetta silmästä poistuessaan. Alueelle syntyy halkaisijaltaan n. 1,5 mm kokoinen näkökentän sokea piste, koska se ei sisällä sauva- ja tappisoluja. (Snell 1998, 380-381; Saari 2011, 264.)

Intraorbitaalinen eli silmäkuopansisäinen hermon osa alkaa kovakalvon takaa ja on silmäkuopassa kyljellään olevan S-kirjaimen tapaan mutkalla, sillä se on n. 6 mm pidempi kuin silmämunan ja näköhermon kanavan etäisyys toisistaan ja näin mahdollistaa liikkeen venymättä. Intraorbitaaliosassa osassa näköhermon paksuus on n. 3-4 mm kimpuiksi järjestäytyneitä hermosyitä ympäröivien myeliinituppien vuoksi. Hermoa ympäröivät myös aivo- ja selkäydinkalvot: pia mater eli pehmytkalvo, arachnoidea eli lukinkalvo ja dura mater eli kovakalvo sekä uloimpana suorat silmälihaksen ja niiden jänteiden muodostama Zinnin ligamentti. (Snell 1998, 382; Saari 2011, 264-265.)

Intrakanalikulaarinen eli silmäkuopan ulkopuolinen osa kulkee luisessa silmähermon kanavassa yhdessä silmävaltimon ja sympaattisten hermojen kanssa. Dura mater eli kovakalvo ympäröi osittain hermoa ja osittain jakautuu peittämään luista kanavaa. (Snell 1998, 383-384; Saari 2011, 265.)

Intrakraniaalinen kallonsisäinen näköhermon osa jatkuu näköhermon kanavasta kääntyen hieman kohti keskilinjaa ja nousten ylöspäin ja päättyen kiasmaan eli näköhermoristiin. Kiasma on silmien näköhermojen risteyskohta, josta alkavat näköjuostevanat. Näköhermoristi sijaitsee kolmannen aivokammion seinämän ja lattian yhdistymiskohdassa, sen alapuolella sijaitsee aivolisäke. Kiasmaa peittää pehmytkalvo pia mater. (Snell 1998, 384,386; Saari 2011, 265.)

2.4 Verisuonitus

Silmänpohjan verenkierrosta huolehtii sisemmän kaulavaltimon haara, silmävaltimo. Silmänpohjan verisuonitus jakautuu kahteen osaan: verkkokalvon verisuoniin ja siliaariverisuoniin. (Snell 1998, 278-279; Saari 2011, 265.)

Silmävaltimosta erkaantuu verkkokalvon keskusvaltimo, joka läpäisee näköhermoa ympäröivät kerrokset ja kulkee silmään näköhermon kanssa. Verkkokalvon keskusvaltimo läpäisee lamina cribrosan ja jakautuu sen jälkeen ylä- ja alaneljännekseen sekä nasaali- ja lateraalineljännekseen. Retinan keskuslaskimo suonittaa verkkokalvosta sen kahta sisintä kolmannesta. Verkkokalvon keskuslaskimo poistuu silmästä samaa reittiä kuin valtimo saapuu. (Snell 1998, 189, 278-279; Saari 2011, 265.)

Siliaarivaltimot jaetaan etummaisiiin siliaarivaltimoihin sekä pitkiin ja lyhyisiin takimmaisiiin siliaarivaltimoihin. Pitkät takimmaisiiet siliaarisuonet haarautuvat silmävaltimosta ja haaroittuvat suonikalvoon ja kulkevat sädekehään raviten sitä ja iiristä sekä suonikalvon etuosaa. Lyhyet takimmaisiiet siliaarisuonet ulottuvat silmän ekvaattoriin saakka suonikalvossa raviten sitä, verkkokalvon ulointa kolmannesta, näköhermon päätä ja diffuusisiiesti erityisiiesti makulan aluetta, jolla ei ole omia verisuonia. Suonikalvon laskimoveri poistuu pyörrelaskimoiden kautta. Etummaisiiet siliaarivaltimot kulkevat silmän ulkopuolella suorien silmälihasten kanssa silmän etuosaan, lävistävät kovakalvon lihasten kiinnittymiskohdilla ja ravitsevat iiristä ja episkleeraa. Etummaisiiet siliaarilaskimot anastoimoivat pyörrelaskimoiden kanssa. (Snell 1998, 281-282.)

Verkkokalvolla nähtävä vasodilataatio eli laskimoiden laajentuminen on diabeteksen oire. Pieninä pistemäisiiinä muutoksina erottuvat hiussuonten pullistumat eli mikroaneurysmat ovat myös useimmiten ensimmäinen merkki diabeettisiiesta retinopatiasta. Renkaan muotoon asettuvat kovat lipidi-eksudaatit kielivät myös diabeteksestä, samoin hermosäiekerroksessa esiintyvät pumpulimaisiiet

pehmeät eksudaatit. Verkkokalvon verenvuodot näyttäytyvät hermosäiekerroksessa liekkimäisinä, syvemmillä verkkokalvossa pyöreämuotoisina. (Saari 2011, 237-238.)

3 DIABETES

Diabetes mellitus, lyhyemmin yleisesti diabetes, on nykykäsityksen mukaan joukko erilaisia sairauksia, joita yhdistää veren kohonneena glukoosi- eli rypälesokeripitoisuutena ilmenevä elimistön aineenvaihdunnan häiriö. Häiriön syy on joko glukoosipitoisuuden säätelyyn osallistuvan insuliinihormonin täysi puute, sen vajaaeritys, erittyvän insuliinin heikentynyt vaikutus elimistössä tai näiden yhdistelmä. (Saraheimo 2015, 9.)

Diabetesta sairastavan veressä oleva glukoosi ei pääse soluun sisälle joko insuliinin puutteen tai sen tehoamattomuuden vuoksi, jolloin solut eivät saa käyttöönsä tarpeeksi energiaa. Ravinnon hiilihydraateista ja maksan varastoimasta glykokeenistä, aminohapoista ja maitohapoista peräisin oleva glukoosi on solujen tärkein energianlähde. Glukoosin on päästävä solun sisään, jotta se olisi käytettävissä energialähteenä. Kehon tarvitessa energiaa, solujen sokerivarastot pilkotaan solujen käyttöön. Tämä on mahdollista insuliinin avulla. Solun sisälle päässyt glukoosi muuttuu hiilidioksidiksi ja vedeksi ja näin palamalla se tuottaa energiaa. (Seppänen & Alahuhta 2007, 10; Vierimaa & Laurila 2014, 199.)

Verensokerin säätelyyn osallistuvat haima ja maksa. Haiman umpieritteinen eli endokriininen osa koostuu Langerhansin solusaarekkeista, joiden beetasoluista erittyy insuliinia. Erittynyt insuliini kulkeutuu maksaan suolistosta veren keräävän porttilaskimon kautta. Maksan hiussuoniston kautta kulkevan veren mukana jälleen verenkiertoon päätyvän insuliinihormonin määrä on haimasta erittyneestä hieman alle puolet. (Seppänen & Alahuhta 2007, 10; Vierimaa & Laurila 2014, 199.) Insuliinin erityks lisääntyy veren glukoosipitoisuuden noustessa, esimerkiksi ruokailun jälkeen. Insuliini vaikuttaa lisäämällä solujen glukoosinottoa verestä ja sen käyttöä solujen sisällä. Insuliinihormoni myös lisää glukoosin varastoitumista glykokeeniksi maksa- ja lihassoluissa, sekä siirtymistä ja varastoitumista rasvasoluihin rasvana. Näiden vaikutusten vuoksi verensokeri- eli glukoosipitoisuus pienenee. Näin toimivasta hormonista käytetään nimeä anabolinen eli energiavarastoja rakentava hormoni. (Vierimaa & Laurila 2014, 200-201.)

Haiman Langerhansin saarekkeiden alfasoluista erittyy insuliinin vastavaikuttajahormoni glukagonia. Glukagonin erityks on suurimmillaan, kun verensokeripitoisuus on matala. Sen vaikutus lisää

erityisesti maksasoluihin varastoituneen glykogeenin pilkkoutumista glukoosiksi ja glukoosin siirtymistä verenkiertoon. Näin ollen veren glukoosipitoisuus nousee. Hormonin energiavarastoja pienentävää vaikutusta kutsutaan kataboliseksi. (Vierimaa & Laurila 2014, 201.)

Myös monet muut kuin insuliini- ja glukagonihormoni säätelevät ihmiskehon glukoosiaineenvaihduntaa. Muita sokeritasapainoon vaikuttavia hormoneita ovat esimerkiksi lisämunuaisytimen erittämä adrenaliini, lisämunuaiskuoren erittämät glukokortikoidit sekä kilpirauhasen tuottama kasvuhormoni. Näiden vaikutuksesta verensokeripitoisuus nousee. On hyvä huomata, että insuliini on ainoa hormoni, jonka vaikutuksesta veren glukoosipitoisuus laskee. (Vierimaa & Laurila 2014, 201.)

3.1 Eri tautimuodot

Diabetes voidaan luokitella erilaisiin alamuotoihin. Tyypin 1 ja tyypin 2 diabetes ovat päämuotoja ja muut alamuodot, esimerkiksi LADA- ja MODY-tyypit ovat harvinaisempia. (Saraheimo 2015, 14.)

1-tyypin diabeteksessa haimassa sijaitsevat beetasolut tuhoutuvat asteittain autoimmuunitulehduksen seurauksena. Tämä johtaa lopulta elimistön täydelliseen insuliinin puutokseen, joten tyypin 1 diabeetikot ovat täysin insuliinihoidon varassa. Tyypin 1 diabetes puhkeaa yleensä ennen 30 vuoden ikää. Vasta aikuisiällä alkavaa autoimmuunitulehduksen aiheuttamaa hidasta insuliinintuotannon hiipumista kutsutaan LADA-diabetekseksi. (Kaiser & Friedman. 2014, 358; Saraheimo 2015, 15-18.)

Tyypin 2 diabetekseen sairastumisikä on tyypin 1 diabetesta korkeampi. Sairastuneet ovat yleensä yli 40-vuotiaita. Tyypin 2 diabeteksessa insuliinia ei ole elimistön tarpeeseen nähden riittävästi tai insuliini ei vaikuta riittävän tehokkaasti, mikä aiheuttaa verensokerin liiallisen nousun. Tyypin 2 diabetes huomataan usein vasta liitännäisoireiden, kuten silmänpohjamuutosten esiintyessä. MODY-diabetes on tyypin 2 diabeteksen kaltainen, mutta alkaa jo nuorella iällä. MODY-diabeetikoiden insuliiniherkkyys on normaali ja sairastavat ovat usein tyypin 2 diabetesta sairastavista poiketen normaalipainoisia. (Saraheimo 2015, 18-20.)

3.2 Diabetes Suomessa

Suomessa diabetesta sairastavien määrästä ei koota tietoa diabetestyypeittäin. Eräs keino seurata diabeetikoiden määrää, on seurata Kelan kautta diabeteksen hoitoon erityiskorvausta saavien ihmisten lukumäärää. Määrä ei kuitenkaan kata esimerkiksi kaikkia 2-typin diabetesta sairastavia, sillä he kaikki eivät saa lääkehoitoa, joten lukumäärät ovat näin tarkastellen suuntaa antavia. Lääkehoidettuja diabeetikkoja oli vuoden 2013 lopussa 286 136. Näistä noin 9 % oli sinä vuonna ensi kertaa myönnettyjä erityiskorvausoikeuksia, eli uusia tapauksia. (THL Diabeteksen yleisyys 2015, viitattu 23.4.2018.)

2-typin diabetesta sairastavien määrä Suomessa on Euroopan maihin verraten keskitasoa. Sairastavien määrä kasvaa vuosittain pääasiassa elintavoista johtuen. Tyypin 1 diabetesta esiintyy ilmeisesti geeniperimästämme johtuen Suomessa enemmän kuin muissa maissa. 1-typin diabetesta sairastavia ihmisiä on Suomessa noin 50 000. (THL Diabeteksen yleisyys 2015, viitattu 23.4.2018.) Diabetesta sairastavien kokonaismäärä Suomessa on ylittänyt 500 000 henkilön rajan ja diabeteksen hoitokustannukset Suomen terveydenhuollon kaikista menoista ovat n. 15 %. (Tyypin 2 diabetes Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 23.4.2018.)

4 DIABEETTINEN RETINOPATIA

Retinopatia luetaan kuuluvaksi diabeteksen pitkäaikaisiin lisäsairauksiin. Diabeettinen retinopatia jaetaan taustaretinopatiaan, vaikeaan taustaretinopatiaan eli preproliferatiiviseen retinopatiaan ja proliferatiiviseen retinopatiaan. Tarkan näön alueen retinopatiaa sanotaan makulopatiaksi. Diabetekseen sairastumisesta 20 vuoden kuluttua retinopatiaa esiintyy 80-100 % tyyppin 1 diabetesta sairastavista. Tyyppin 2 diabetesta sairastavilla retinopaattisia silmänpohjamuutoksia voi olla jo diagnosointivaiheessa. Kuitenkin proliferatiivisen retinopatian riski etenkin niillä tyyppin 2 diabeetikoilla, jotka eivät tarvitse insuliinihoitoa, on huomattavasti 1-tyypin diabeetikoita pienempi. (Tyyppin 2 diabetes Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018.)

4.1 Diabeettisen retinopatian luokittelu vaikeusasteittain

Diabeettista retinopatiaa voidaan luokitella eri tavoin. Eräs tavoista on ETDRS-luokittelu (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study). Sen mukaan diabeettinen retinopatia jaetaan taustaretinopatiaan ja proliferatiiviseen retinopatiaan, jotka voidaan edelleen luokitella vaikeusasteen mukaan. (Diabeettinen retinopatia Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018; HUS Diabeteksen silmänpohjamuutokset 2018, viitattu 17.9.2018; Bowling 2016, 522, viitattu 17.9.2018.)

Taustaretinopatia on diabeettisen retinopatian lievin esiintymismuoto. Sen tunnuspiirteitä ovat mikroaneurysmat eli hiussuonten pullistumat, jotka silmänpohjakuivissa näkyvät tummanpunaisina pisteinä. Mikroaneurysmat ovat useinkin retinopatian ensimmäinen merkki. Niitä epäsäännöllisempinä ja suurempina kuvissa näkyvät verkkokalvon sisäiset verenvuodot. (Diabeettinen retinopatia Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018; HUS Diabeteksen silmänpohjamuutokset 2018, viitattu 17.9.2018; Bowling 2016, 522, viitattu 17.9.2018.)

Diabeettisen retinopatian edenneemmässä muodossa esiintyvät hermosäikekerroksen verenvuodot näyttävät liekkimäisiltä ja syvemmillä verkkokalvossa vuodot esiintyvät laikkumaisina. Retinopatiaan liittyvät silmänpohjan lipidikertymät eli kovat eksudaatit esiintyvät useimmiten rengasmaisesti ryhmittyneinä tai laajoina kertyminä. Nämä lipidikertymät ovat kuvassa väriltään vaaleita, pieniä ja tarkkarajaisia. (Diabeettinen retinopatia Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018; HUS Diabeteksen silmänpohjamuutokset 2018, viitattu 17.9.2018; Bowling 2016, 522, viitattu 17.9.2018.)

Silmänpohjassa voidaan edenneessä taustaretinopatiassa nähdä myös verkkokalvon mikroinfarkteja, jotka näyttävät vaaleilta pumpulimaisilta läiskiltä. Intraretinaaliset mikrovaskulaariset muutokset (IRMA) merkitsevät hiussuoniston poikkeamaa. Venopatiassa eli suonien kaliiberin vaihtelussa laskimot ovat helminauhamaisia tai ne voivat muodostaa silmukoita. Myös valtimomuutokset ovat mahdollisia. Niiden heijaste voi muuttua hopea- tai kuparilankamaiseksi ja valtimoiden ja laskimoiden risteymäkohdissa voi esiintyä suonien kaventumista ja pullistumista. (Diabeettinen retinopatia Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018; HUS Diabeteksen silmänpohjamuutokset 2018, viitattu 17.9.2018; Bowling 2016, 522, viitattu 17.9.2018.)

Diabeettisen retinopatian edenneemmässä proliferatiivisessa muodossa verkkokalvolla tai näköhermon päässä voi esiintyä neovaskularisaatiota eli uudissuonitusta, sillä tukkeutuneet suonet aiheuttavat verkkokalvolle hapenpuutetta, jota nämä uudissuonet yrittävät korjata. Kehittyneet uudissuonet ovat kuitenkin laadultaan hauraita ja niiden tihkuttaminen verkkokalvolle tai lasiaiseen on mahdollista. Silmänpohjassa voi proliferatiivisessa vaiheessa esiintyä myös fibrovaskulaarisia muutoksia, mikä merkitsee arpikudoksen muodostumista uudissuonituksen yhteyteen. (Diabeettinen retinopatia Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018; HUS Diabeteksen silmänpohjamuutokset 2018, viitattu 17.9.2018; Bowling 2016, 522, viitattu 17.9.2018.)

Diabeettisen makulopatian aiheuttama näön heikkeneminen johtuu makulan alueen turvotuksesta. Turvotus jaetaan kolmeen erilaiseen tyyppiin: paikalliseen eli fokaaliseen, joka johtuu nestettä tihkuttavista mikroaneurysmistä tai intraretinaalisista mikrovaskulaarisista muutoksista (IRMA); laajaalaiseen eli diffuusiin, jossa tihkutus on peräisin laajenneista suonista tai iskeemiseen muotoon, jossa vaikealla suonitukosalueella olevat suonet tihkuttavat. On olemassa myös sekamuotoista turvotusta, jossa esiintyy kaikkia edellisiä tyyppisiä. Makulopaattista turvotusta pahentavat uudissuonien yhteydessä esiintyvien fibrovaskulaaristen kalvojen aiheuttama veto. (Diabeettinen retinopatia Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018; HUS Diabeteksen silmänpohjamuutokset 2018, viitattu 17.9.2018.)

4.2 Diabeettisen retinopatian seulonta silmänpohjakuvauksin

Seulonnan tarkoitus kliinisen epidemiologian näkökulmasta on löytää tautia sairastavat potilaat, jotka ovat vielä sairauden oireettomassa vaiheessa. Diabeettisen retinopatian osalta tämä merkitsee niiden ihmisten löytämistä, joilla diabeteksen aiheuttamia silmänpohjamuutoksia jo on, vaikkeivät ne vielä ole aiheuttaneet oireita näkemiseen. Jotta seulonnalla on merkitystä, täytyy oireettomassa vaiheessa olevaa tautia olla mahdollista alkaa jo hoitamaan. Sairauden aikaisella hoidon aloituksella on lisäksi oltava myönteinen vaikutus taudin ennusteeseen, jotta seulonta kannattaisi. (Uhari & Nieminen 2012, 50.)

Diabeteksen aiheuttamia silmänpohjamuutoksia esiintyy 90 prosentilla diabetesta sairastavista, joilla tauti on ollut olemassa 20 vuotta (Diabetesliitto 2018, viitattu 13.11.2018). Diabetes on eräs merkittävimmistä työikäisten sokeutumiseen johtavista syistä. Diabeteksen lisäsairauksien, kuten retinopatian, esiintymistä voi ehkäistä hyvällä hoitotasapainolla ja terveillä elintavoilla. Toisaalta epästabiilimmassa hoitotilanteessa olevilta retinopatialöydöksiä voidaan havaita taudin aikaisemmassa vaiheessa. Löytyneitä silmänpohjamuutoksia voidaan tehokkaasti hoitaa ja taudin etenemistä voidaan hidastaa sitä paremmin mitä aikaisemmassa vaiheessa se havaitaan. (NHS Diabetic eye screening 2018, viitattu 13.11.2018; THL Diabeteksen lisäsairaudet 2014, viitattu 13.11.2018.)

4.2.1 Diabeettisen retinopatian seulonnan ajoitus

Diabeteksen aiheuttaman retinopatian diagnostiikka ja seuranta tapahtuvat kliinisin silmänpohjatutkimuksin tai silmänpohjakuvauksin. Suomessa terveydenhuollossa noudatettavan Käypä hoito -suosituksen mukaan valinta kuvauksen ja silmälääkärin tekemän tutkimuksen välillä riippuu niin potilaan oireista kuin muistakin mahdollisista silmänsairauksista. (Tyypin 2 diabetes Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018.)

Jos diabeetikolla ei ole silmäoireita, voidaan seurantaa tehdä silmänpohjien valokuvauksin tilanteen mukaan 1-3 vuoden välein. Tyypin 1 diabetesta sairastavien, yli 10-vuotiaana sairastuneiden silmänpohjat kuvataan diagnoosivaiheessa ja siitä lähtien joka toinen vuosi. Jos muutoksia ilmenee, kuvaus tapahtuu vuosittain tai tätä tiheämmin. Alle 10-vuotiaana sairastuneiden silmänpohjatutkimukset aloitetaan 10-vuotiaana. 2-tyypin diabeetikot tulee kuvata diagnosointivaiheessa ja tä-

män jälkeen kolmen vuoden välein, kun muutoksia ei ole näkyvissä. Jos vähäisiä muutoksia esiintyy, tihennetään kuvaukset tehtäviksi kahden vuoden välein ja vuosittaisiksi, jos muutoksia on vähäistä enemmän. Vähäistä merkittävämmiksi muutoksiksi luetaan useamman kuin kahden mikroaneurysman esiintyminen makulan ulkopuolella. (Tyypin 2 diabetes Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018.)

Raskaana olevien diabeetikkojen silmänpohjat tulisi kuvata heti raskauden alussa tai jo raskauden suunnitteluvaiheessa. Diagnosoidun retinopatian vaikeusasteen mukaan tulee arvioida, tarvitaanko lisäseurantaa raskauden aikana. (Tyypin 2 diabetes Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018.) Raskausdiabetesta sairastavien silmänpohjaseurannan ei ole katsottu olevan tarpeellista. Jos raskausaikana silmänpohjamuutokset ovat kohtalaisia, voidaan seurantaa jatkaa vuoden ajan normaalia tiheämmin. (Diabeettinen retinopatia Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018.)

4.2.2 Kuvakentät

Suomessa noudatettavan Käypä hoito -suosituksen mukainen diabeettisen retinopatian seulontakuvaus suoritetaan käyttämällä kahta vähintään 45 asteen kuvakenttää. Toinen kuvakentistä kohdistetaan makulalle tai siitä hieman temporaalisesti ja toinen kuvakenttä kohti näköhermon päätä tai siitä hieman nasaalisesti. (Diabeettinen retinopatia Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018.)

Uudissuonimuutoksia kuvaamalla seulottaessa yhtä makulakeskeistä 45 asteen kenttää käytettäessä uudissuonimuutoksista noin puolet jää kuvakentän ulkopuolelle ja kahta kuvakenttää käytettäessä noin neljäsosa verrattuna 60 asteen kuvakentän antamaan tulokseen. 50-60 asteen silmänpohjakamera on seulonnassa suositeltava vaihtoehto. Etenkin pitkäkestoista tyypin 1 diabetesta sairastavilla verkkokalvon keskiperiferian muutokset saattavat olla hoitoa vaativia, vaikka keskosissa muutokset olisivat näkyvissä vain lievänä. (Diabeettinen retinopatia Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018.)

4.2.3 Vastuu kuvalöydösten tulkinnasta

Silmänpohjakuvien löydösten tulkinnasta on vastuussa ensivaiheen tulkitsijana diabeteshoidosta vastaava lääkäri, diabeteshoitaja, kuvaaja tai joku muu tehtävään koulutettu henkilö. Ensivaiheen

toimijan tehtävänä on tulkita ja seuloa kuvat, joissa ei ole retinopatiaa tai muutokset ovat lieviä. Tehtävään kuuluu myös toimittaa erikoislääkärin arvioon kuvat, joissa retinopatian aiheuttamat muutokset ovat lievää runsaampia, mutta eivät vielä hoitoa vaativia tai jos kuvassa on viitteitä muusta silmäsairaudesta. Jos kuvassa on selvästi hoitoa vaativia muutoksia, on potilaan asioitava erikoissairaanhoidossa. (Diabeettinen retinopatia Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018.)

Löydösten toisen vaiheen tulkinnasta on vastuussa silmälääkäri, jonka tehtäviin kuuluu tulkita kaikki lievää vaikeampia muutoksia sisältävät kuvat, tai kuvat, joiden tulkinta on vaikeaa esimerkiksi väliaineiden samentumisen vuoksi. Silmälääkäri tulkitsee myös kuvat, joissa on nähtävissä muita kuin diabeteksen aiheuttamia muutoksia ja herää epäily muusta sairaudesta. Hänen vastuullaan on lisäksi antaa ohjeistus silmänpohjakuvauksen seuraavasta ajankohdasta ja tarvittavista jatkotutkimuksista. (Diabeettinen retinopatia Käypä hoito -suositus 2018, viitattu 17.9.2018.)

4.2.4 Tekoäly seulonnan apuvälineenä

Tekoälyn käyttö sairauksien seulonnassa on yleistymässä. Tekoäly toimii käyttämällä algoritmeja, joiden avulla se oppii toimimaan valittujen ehtojen toteutuessa tietyllä tavalla. Tekoäly on ohjelmiston tuottama simulaatio ihmisälystä ja sitä voi opettaa tunnistamaan tietynlaisia toistuvia kaavoja, esimerkiksi eri väreinä näkyviä poikkeamia silmänpohjakuvista. Kun tekoäly on tarpeeksi tarkka ja luotettava, sitä voidaan käyttää nopeutensa vuoksi kustannustehokkaana vaihtoehtona ihmistyön sijasta tai sen tukena. (Rajalakshmi, Subashini, Mohan Anjana & Mohan 2018, viitattu 6.11.2018.) Tekoälyn voidaan nähdä parantavan terveydenhuoltotyön varmuutta, kun jokaisesta potilaasta kertyvän valtavan tietomäärän käsittely on teknologian avulla ihmisaivoja nopeampaa ja luotettavampaa. Suuren taustatietomäärän käsittely ja hyödyntäminen esimerkiksi potilastietorekistereistä tulee tekoälyn avulla mahdolliseksi. (Laaksonen 2018, viitattu 6.11.2018.)

Tällä hetkellä silmäterveyden alalla käytettävien järjestelmien tarkoituksena on tukea kliinistä päätöksentekoa ja toimia seulontavälineenä. Silmäterveyden ammattilaisen työssä tekoälyohjelmiston käyttö ihmistyön tukena voi käytännössä tarkoittaa esimerkiksi ohjelmiston suorittamaa silmänpohjakuvista löytyneiden muutosten automaattista merkitsemistä kuviin ammattilaisen tekemää yksityiskohtaisempaa tarkastelua helpottamaan.

Terveysthuollon alalla on tehty tutkimuksia, joissa vertaillaan ihmistyön ja tekoälyn nopeutta ja tehokkuutta. Esimerkiksi eräässä tutkimuksessa IBM Watson -järjestelmä analysoi ihmisen genomista glioblastooman eli aivosyöpäkasvaimen ja ehdotti sille hoitoa kymmenessä minuutissa, kun asiantuntijoilta tämä vei 160 työtuntia (Strickland 2017, viitattu 6.11.2018; Wrzeszczynski ym. 2017, viitattu 6.11.2018). Silmänpohjan sairauksien tekoälypohjaisia seulontamenetelmiä on tutkittu usein juuri diabeettisen retinopatian osalta, mutta tietoa myös muiden silmänpohjan sairauksien seulonnasta tekoälyn avulla on kerätty. Diabeettisen retinopatian lisäksi funduskuvista voidaan tekoälyn avulla tunnistaa esimerkiksi kuiva ja märkä silmänpohjan ikärappeuma, verkkokalvon valtimo- ja laskimotukos, Coatsin tauti tai retinitis. (Choi ym. 2017, viitattu 6.11.2018.)

5 OPTOMED AURORA -SILMÄNPOHJAKAMERA JA AVENUE-JÄRJESTELMÄ

Optomed on oululainen terveysteknologian alalla toimiva yritys, joka on erikoistunut silmänpohjakameroihin ja kuvausmenetelmiin. Yrityksen tavoitteena on tuoda silmänsairauksien seulonta kaikkien saataville.

5.1 Optomed Aurora -silmanpohjakamera

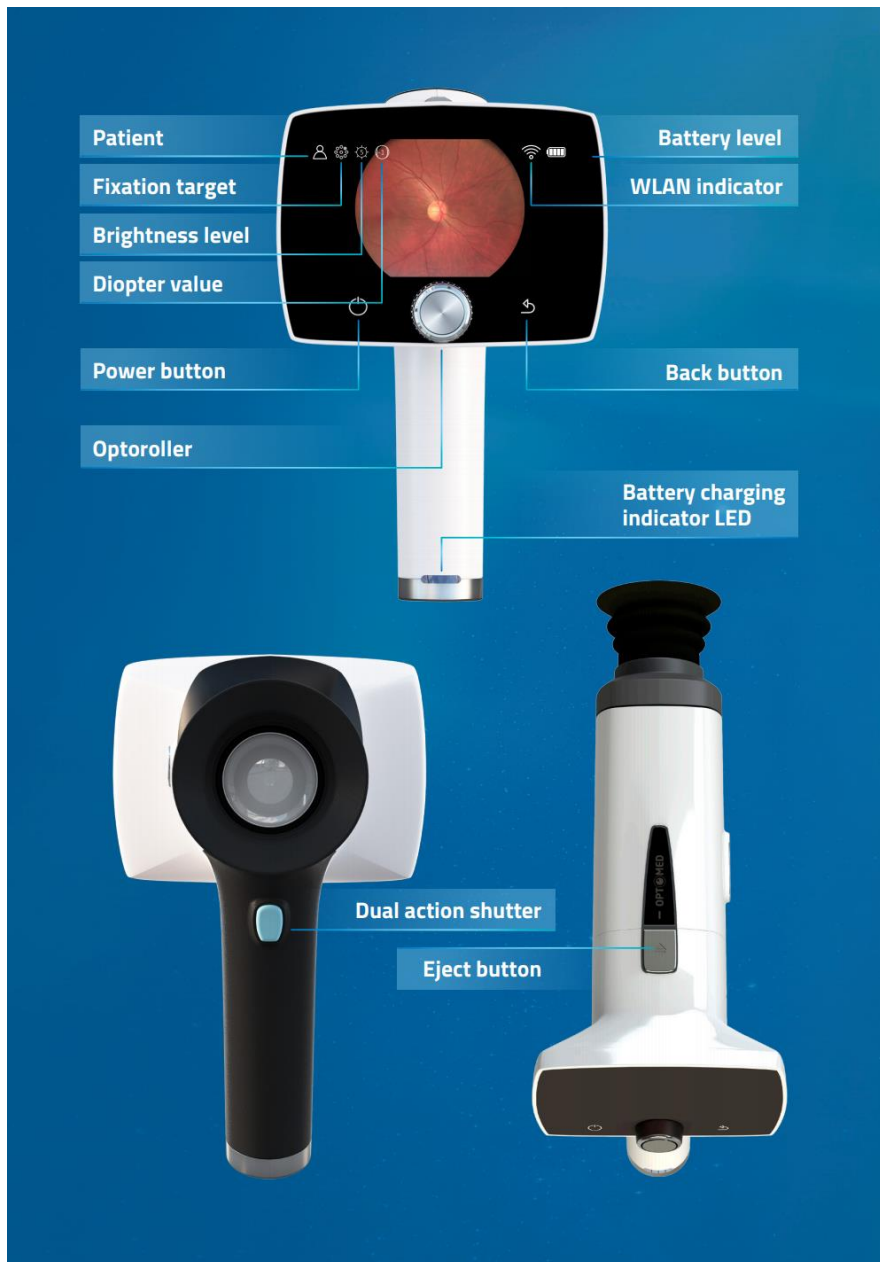
Optomed Aurora on 4” näytöllä varustettu digitaalinen kamera, jolla voi ottaa valokuvia ja videota ihmisen silmänpohjasta ja silmän pinnasta dokumentointi- ja konsultointitarkoituksessa. Kameraa käytetään vaihdettavien optisten lisämoduulien kanssa. Aurora Retinal Module on tarkoitettu silmänpohjan ja Aurora Anterior Module silmän pinnan kuvaamiseen. (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 22.9.2018.)

Silmänpohjan kuvaaminen tapahtuu ilman pupillin laajennusta eli mydriaasin aiheuttavia tippoja. Kamera tarkentaa silmänpohjaan infrapunavalolla ja itse kuvaaminen tapahtuu valkoisella valolla. Verkkokalvon kuvaamiseen tarkoitettussa moduulissa on yhdeksän fiksaatiopistettä, joihin asiakas kuvatessa kohdistaa katseensa. Keskellä olevaan katseenkohdistuspisteeseen katsottaessa saadaan makulakeskeinen kuva, jonka kuvakentän laajuus on 50 °. Kuvat ja videot tallentuvat kameran SDHC-muistikortille JPEG- ja MPEG4-muodossa. (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 22.9.2018.)

Aurora-kameralla on mahdollisuus siirtää dataa langattomasti tietokoneelle WLAN-yhteydellä. Ohjelmisto on saatavilla Windows- ja MacOS-käyttöjärjestelmille. Kuvien ja videoiden siirto tietokoneelle onnistuu myös USB-kaapelilla kameran ollessa yhdistettynä lataustelakkaan. Tällä lataustelakalla on mahdollista ladata sekä kamerassa paikoillaan olevaa 2600 mAh:n akkua, että varaakkua. Yhdellä akun latauksella kameran käyttöaika on noin 2 tuntia. (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 22.9.2018.)

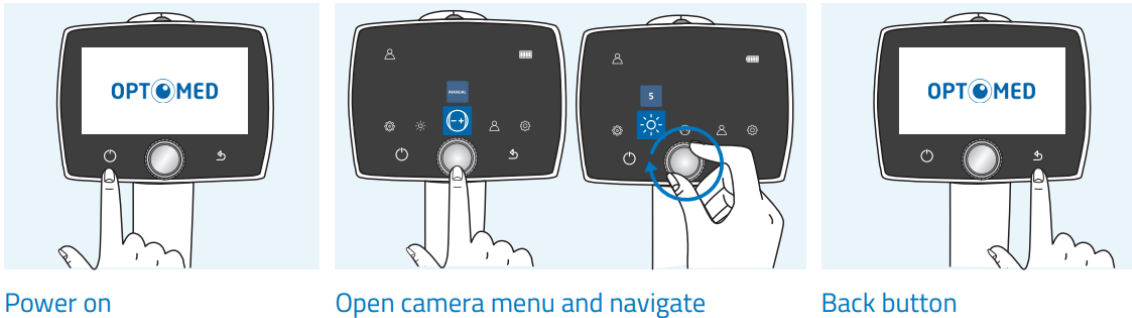
5.2 Kameran käyttö

Optomed Aurora -kameran näytössä on virran ollessa päälle kytkettynä kuvakkeina nähtävissä tämän hetkinen asiakas, kuvauksessa käytettävä fiksaatiopiste, valon kirkkaustaso ja diopteriarvo sekä akun lataustaso ja WLAN-yhteys kuvion 1 mukaisesti. Kuviossa 1 on myös nähtävissä kameran suljinpainike kuvan ottamista varten. Optisen lisämoduulin irrotus ja vaihto tapahtuu painamalla kameran päällä sijaitsevaa irrotuspainiketta. (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 22.9.2018.)



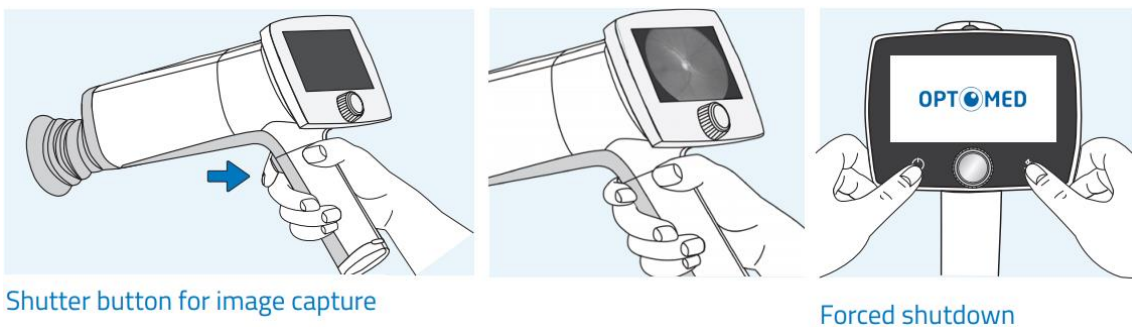
KUVIO 1. Optomed Aurora -kamera (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 22.9.2018)

Kameran virran päälle ja pois kytkeminen tapahtuvat näytön alareunassa olevaa virtanäppäintä koskettamalla kuvion 2 mukaisesti. Kuviossa on myös nähtävissä näytön alareunassa sijaitseva rullattava Optoroller-valitsin. Sitä painamalla avautuu kameran valikko, jossa voi liikkua rullaa pyörittämällä. Edelliseen näkymään pääsee siirtymään näytön oikeassa alareunassa sijaitsevalla nuolinäppäimellä. (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 22.9.2018.)



KUVIO 2. Optomed Aurora -kameran näyttönäppäimet (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 16.10.2018)

Silmänpohjakuvan ottaminen tapahtuu kameran etupuolella sijaitsevaa näppäintä napauttamalla kuvion 3 osoittamalla tavalla. Jos kameran toiminta vaikuttaa epänormaalilta, voi sen pakotetusti sulkea painamalla virta- ja nuolinäppäintä yhtä aikaa pohjassa seitsemän sekunnin ajan kuvion 3 mukaisesti. (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 22.9.2018.)



KUVIO 3. Optomed Aurora -kameralla kuvaaminen (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 22.9.2018)

Kameran menu-valikkoon pääsee Optoroller-näppäintä napauttamalla tai pyörittämällä. Menuussa voi tehdä valintoja kuvausta varten. Tarkennuksen säädön voi tehdä joko valitsemalla manuaalisen

säädön, jossa diopterilaajuus on välillä -20 - +20 dpt, tai automaattisen tarkennuksen, jolloin kamera tarkentaa automaattisesti laajuudella -11 - +3 diopteria. (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 22.9.2018.)

Kuvauksessa käytettävän valon kirkkautta voi säätää asteikolla 0-10. Oletuksena kamerassa on kirkkaustaso 5, joka sopii useimpiin kuvaustilanteisiin. Kirkkauden säätö tapahtuu valitsemalla kyseinen kuvake Optoroller-näppäimellä ja näppäintä rullaamalla asettamalla kirkkaus halutulle tasolle. (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 22.9.2018.)

Asiakasvalikossa voidaan luoda uusia asiakkaita, selata asiakaslistaa ja esikatsella asiakkaiden silmänpohjakuvia kameran näytöltä. Asiakaslistalla asiakkaiden välillä siirrytään Optoroller-valitsinta käyttäen ja halutun asiakkaan kuvia on mahdollista katsella, zoomata, siirtää ja poistaa. (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 22.9.2018.)

Kameran asetusten muuttaminen käy asetusvalikosta. Asetuksissa on mahdollisuus palauttaa kaikki oletusasetukset, muuttaa laitteen kielivalintaa, aikaa ja päiväystä, poistaa kuvahistoria tai muuttaa WLAN-yhteyden asetuksia tai tehdä valintoja USB-liitännän kautta tapahtuviin muistikortin sisällön muutoksiin. Asetuksista löytyvät myös kameran ja ohjelmiston versiotiedot sekä sarjanumero. (Optomed Aurora -käyttöohje 2018, viitattu 22.9.2018.)

5.3 Optomed Avenue -järjestelmä

Optomed Avenue -järjestelmä on yhdistettävissä lähes kaikkiin silmänpohjakameroihin. Ohjelmiston tarkoitus on tekoälyn avulla seulontaluonteisesti etsiä silmänpohjakuvista diabeettisen retinopatian alkuvaiheen muutoksia, kuten mikroaneurysmia ja verkkokalvon verenvuotoja. Diabeettinen retinopatia voi aiheuttaa myös muunlaisia kuin edellä mainittuja muutoksia, joita Avenue ei seulo. Näitä muutoksia voivat olla esimerkiksi kovat ja pehmeät eksudaatit, uudissuonitus tai lasiaisen verenvuodot. (Optomed Avenue -esite 2018, viitattu 22.9.2018.)

Ohjelmisto analysoi silmänpohjakuvat automaattisesti ja antaa niistä luokittelun välittömästi. Kuva luokitellaan kuuluvaksi johonkin kolmesta luokasta, jotka on värikoodattu. Vihreä luokittelu tarkoittaa, ettei silmänpohjakuvasta ole löytynyt diabeettiseen retinopatiaan viittaavia alkuvaiheen muu-

toksia. Keltaisessa luokassa järjestelmä on löytänyt kuvasta yhdestä kolmeen silmnpohjamuutosta, jolloin kuva suositellaan lähetettäväksi silmälääkärin arvioitavaksi. Jos kuva on analyysissa luokiteltu punaiseen luokkaan, on silmnpohjakuvasta löytynyt enemmän kuin kolme muutosta ja silmälääkärin arvio kuvasta ja silmnpohjan tilasta on tarpeen. Jos kuva-analyysin tulos on harmaa, ei kuvaa ole voitu luotettavasti analysoida huonon kuvanlaadun vuoksi. Tällöin kuvaus tulee uusiksi. (Optomed Avenue -esite 2018, viitattu 22.9.2018.)

5.4 Järjestelmän käyttö

Optomed Avenue -järjestelmän käyttöä varten otetaan asiakkaasta silmnpohjakuvat. Nämä kuvat siirretään tietokoneelle ja kirjaututaan sisään Avenue-ohjelmaan. Seuraavaksi kuvat ladataan asiakasviitteellä palveluun. Kun kuvat on ladattu, ne voidaan analysoida ohjelmiston avulla ja saada luokittelu diabeteksen aiheuttamien muutosten esiintymisestä saman tien. Kuvaa voi tarkastella lähemmin tietokoneen näytöltä tarpeen vaatiessa. (Optomed Avenue -käytönopastus 2018, viitattu 22.9.2018.)

Avenuen ilmoittaman luokittelun ollessa keltainen tai punainen, on ohjelma löytänyt silmnpohjasta muutoksia, jolloin on suositeltavaa lähettää kuva silmälääkärin arviointiin. Ohjelman kautta tämä tapahtuu napauttamalla tuloksen vieressä näkyvää kuvaketta. Ohjelma pyytää täyttämään kuvaan liittyvät taustatiedot, jotka tallentuvat valokuvan yhteyteen. Silmälääkärin arvio kuvasta on saatavilla kahden työpäivän kuluessa lähetyksestä. (Optomed Avenue -käytönopastus 2018, viitattu 22.9.2018.)

6 KUVAUSJAKSO OPTIKKOLIIKKEISSÄ

Optomed Aurora -kamera Avenue-järjestelmään otettiin testikäyttöön kolmessa optikkoliikkeessä kussakin 2-3 viikon kuvausjakson ajaksi. Liikkeessä optikko otti makulakeskeiset kuvat asiakkaiden silmänpohjista, jonka jälkeen ohjelmisto välittömästi antoi kuvista luokittelevan analyysin. Kuvatut asiakkaat olivat täysikäisiä ja osallistuivat silmänpohjakuvaukseen vapaaehtoisesti. Optikko lähetti asiakkaiden silmänpohjakuvat tutkittavaksi yhteistyösilmälääkärille. Liikkeen henkilökunta sai Optomedin puolelta perehdytyksen kameralaitteiston käyttöön, jotta kuvaaminen pääsi käyntiin mahdollisimman sujuvasti.

Kuvia optikkoliikkeissä kameralaitteistolla otettiin yhteensä 85 kappaletta. Näistä jokainen analysoitiin Avenue-ohjelmistolla ja näin seulottiin diabeettisen retinopatian alkuvaiheen aiheuttamien silmänpohjamuutosten löytämiseksi. Ohjelmisto luokitteli kuvat kolmiportaisen värikoodin mukaan, jossa vihreä tulos merkitsee, ettei silmänpohjamuutoksia ole lainkaan, keltainen merkitsee ohjelmiston havainneen silmänpohjakuvasta 1-3 muutosta ja punainen enemmän kuin 3 muutosta, jolloin yhteydenottoa silmälääkäriin suositellaan. Myös harmaa väri on mahdollinen. Tällöin kuva on luokittelematon esimerkiksi epätarkkuuden vuoksi, jolloin uusintakuvaus on tarpeen.

Kuvat lähetettiin Avenue-ohjelman kautta sen tekoölyanalyysin lisäksi myös silmälääkärille arvioitavaksi. Kuvat lähetettiin lääkärin analyysiin nimettöminä tunnistenumero saatteena, jotta mahdollisista löydöksistä voitaisiin informoida asiakkaita. Kuvausjakson aikana Optomed Auroralla otetuissa kuvissa ei yhdeltäkään asiakkaalta löytynyt silmänpohjakuvasta diabeettisen retinopatian aiheuttamia muutoksia niin Optomed Avenuen kuin silmälääkärin analyysinkään mukaan. Silmälääkärin analyysi ei eronnut yhdenkään kuvan kohdalla Optomed Avenue -järjestelmän tekemästä kuva-analyysistä.

7 KÄYTTÄJÄKYSELY

Laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimustapa voidaan valita, kun halutaan selvittää merkityksiä ja kokemuksia (Vilka 2005, 97.) Kuvanneille optikoille lähetetty käyttäjäkysely oli luonteeltaan teemahaastattelun tapainen, mutta kirjallisella kyselylomakkeella toteutettu. Laadullisen tutkimuksen tiedonhankintamenetelmää kutsutaan teemahaastatteluksi, kun aineiston keruun tapa on lomake- ja avoimen haastattelun välimuoto (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 208.)

Teemahaastattelu on menetelmänä puolistrukturoitu, jolle ominaista on, ettei kaikkia haastattelun näkökulmia ole ennalta lyöty lukkoon. Tällöin esimerkiksi haastattelun teemat ovat tiedossa ja kysymykset ovat kaikille osallistujille samat. Kuitenkaan valmiita vastausvaihtoehtoja ei ole annettu eikä vastauksia tällöin ole niihin sidottu, vaan haastateltavat eli vastaajat vastaavat omin sanoin. (Hirsjärvi & Hurme 2000, 46.) Teemahaastattelu voidaan valita tutkimustavaksi, kun haastattelija tietää, että vastaajat ovat kokeneet tietyn tilanteen ja haastattelu kohdennetaan tutkittavien subjektiivisiin kokemuksiin kyseisestä tilanteesta (Hirsjärvi & Hurme 1993, 36).

Kyselyssä oli yhdeksän avointa kysymystä, joihin vastaajat saivat vastata omin sanoin. Tällainen tiedonkeruumenetelmä tulee kysymykseen, kun vastaajajoukko tiedetään pieneksi, jolloin avointen vastausten läpikäynti on mahdollista. Avoimia kysymyksiä käytettäessä tutkimusaineiston käsittely vie huomattavasti enemmän aikaa kuin valmiiden vastausvaihtoehtojen läpikäynti. (Vilka 2005, 102.)

7.1 Kysely

Optomed Aurora -kamera ja Avenue-ohjelmisto oli testikäytössä kolmessa suomalaisessa optikko-liikkeessä kevään ja kesän 2018 aikana. 2-3 viikkoa kestäneen kuvausjakson jälkeen liikkeisiin lähetettiin käyttäjäkysely, jolla kartoitettiin kameran ja laitteiston käyttöönoton ja käytön sujuvuutta.

Kysymykset oli jaoteltu erikseen kameran käyttöä koskeviksi ja laitteiston käyttöön liittyviksi. Lisäksi kysyttiin silmämepohjien kuvaamisesta osana optikon työtä, sekä muita huomioita, joita kuvannut optikko oli tehnyt.

Kysely pyrittiin pitämään lyhyenä, jotta osallistuvien liikkeiden työmäärä kuvaamisen lisäksi pysyisi mahdollisimman vähän kuormittavana. Kaikista kuvaamiseen osallistuneista liikkeistä saatiin vastaukset käyttäjäkyselyyn.

7.2 Tulokset

Kameraa koskevia kysymyksiä oli neljä. Ensimmäiseen kysymykseen ”Kuinka käyttöönotto sujui?” olivat kaikki optikkoliikkeet vastanneet kameran käyttöönoton sujuneen hyvin ja vaivatta, Optomedin edustajan avustuksella ja ohjeiden mukaan. Seuraava kysymys koski alkuasetusten säädön onnistumista. Silmänpohjia kuvanneet optikot kuvailivat alkuasetusten säätöä helpoksi tehdä ja sen onnistuneen hyvin.

Kolmas kysymys kameran käytöstä koski kuvaamisen onnistumista. Kuvaaminen oli onnistunut pääsääntöisesti kaikissa liikkeissä ongelmitta. Kahden liikkeen vastauksissa mainittiin kuvaamisessa olleen pieniä vaikeuksia eräiden asiakkaiden kohdalla. Esimerkkinä haasteellisemmasta kuvauksesta oli mainittu samentuneen mykiön läpi kuvaaminen. Erään liikkeen palautteessa otettiin myös esille, ettei lopullista kuvan laatua ollut kovin helppoa ja nopeaa tarkastaa välittömästi kuvattessa.

Kysymys kameran käyttöliittymän toiminnallisuuksien löytämisestä ja käyttöönotosta sai kaikilta kuvanneilta optikoilta positiivista palautetta. Kaikille liikkeille tarjotun alun käytönopastuksen jälkeen oli ohjelmiston käsittely sujunut hyvin.

Laitteistoon liittyviä kysymyksiä oli kyselyssä neljä. Kysymykseen ”Miten kuvien siirto sujui?” olivat kaikkien liikkeiden kuvaajat vastanneet sen onnistuneen helposti ja sujuvasti. Myös kuva-analyysin tulkinta oli optikoiden mielestä onnistunut mainiosti. Yksi optikoista oli kommentoinut tulkinnan riippuvan siitä, kuinka hyvin kuva oli onnistunut, mutta itse analyysiohjelman toimineen hyvin.

Neljännessä laitteistoa koskevassa kysymyksessä pyydettiin optikoita kertomaan tukiko ohjelmiston rakenne tyypillistä optikkoliikkeen asiakastyöskentelyä vai tulisiko jotain muuttaa. Kuvaajat olivat kokeneet ohjelmiston rakenteen optikkoliikkeen toimintaa tukevaksi. Lisäkommenttina eräästä liikkeestä toivottiin kameran ohjelmiston pystyvän kartoittamaan silmänpohjasta myös muita kuin

diabeettiseen retinopatiaan liittyviä muutoksia. Myös kuvanlaadun parantaminen mainittiin kehityskohtana yhden optikkoliikkeen vastauksessa.

Kolmantena osakokonaisuutena kysyttiin optikkoliikkeissä silmänpohjia kuvanneilta optikoilta, miltä kuvaaminen osana optikon työtä tuntui. Kaikissa osallistuneissa liikkeissä silmänpohjien kuvaaminen oli koettu luontevaksi osaksi työtä. Liikkeet toivat esille kuvaamisen hyvänä ja luonnollisena osana näöntarkastusta ja luontevana osana silmien terveyden tutkimusta. Optikot vastasivat myös kysymykseen siitä toiko kuvaaminen ja analyysi lisäarvoa asiakaskohtaamiseen. Liikkeiden vastauksissa kerrottiin asiakkaiden suhtautuneen kuvaamiseen positiivisesti ja olleen valmiita kuvaukseen. Kahdessa liikkeessä optikot olivat kokeneet silmänpohjakuvauksen tuoneen tutkimukseen lisäarvoa. Kolmas koki kuvanlaadun vuoksi kuvauksen hyödyn tällä kameralla jääneen vähäiseksi.

Viimeisessä kyselyn osassa pyydettiin optikoilta muita mahdollisia huomioita kuvaamiseen liittyen. Kysymys herätti pohdintaa siitä, kuinka kuvaamisen saisi asiakkaalle markkinoitua. Kuvauslaite koettiin hienoksi, mutta sen kaupallinen hyödynnettävyys ja kuvaamisen hinnoittelu mietitytti.

Kameran ja laitteiston käytön voi optikoille lähetetyn kyselyn perusteella todeta sujuneen pääasiassa hyvin. Kuvaamista oli joissakin tapauksissa vaikeuttanut samentunut mykiö. Vaikeuksia oli myös ollut kuvanlaadun suhteen. Kameran ja laitteiston käsittely, kuvien siirto ja analyysin tulkinta oli optikkoliikkeissä onnistunut ongelmitta ja liikkeissä oli myös koettu seulontaluonteisen kuvaamisen istuneen hyvin osaksi optikon työtä.

8 POHDINTA

Silmänpohjien kuvaaminen optikkoliikkeissä on ollut jo vuosien ajan arkipäivää. Tällä hetkellä silmänpohjakuvia otetaan dokumentointitarkoitukseen, eikä kuvaamista pidetä ensisijaisena tutkimusvälineenä.

Asiakkaan käsitys siitä mitä silmänpohjien kuvauksella saavutetaan, riippuu hyvin paljon optikon asiakkaalle tarjoamasta tiedon määrästä ja tasosta. Optikon osaamisen taso vaikuttanee lisäksi mahdollisesti tarvittaviin jatkotutkimuksiin ohjaamiseen. Silmänpohjakuvauksessa käytettävän kamerasen ja kuvan laatu sekä kuvakenttien laajuus vaikuttavat sairauksien seulomisen luotettavuuteen.

8.1 Tavoite ja tulokset

Tutkimuksen alkuperäisenä tavoitteena oli vertailla optikkoliikkeissä Optomed Aurora -kameralla otettujen silmänpohjakuvien luokittelua Optomed Avenue -järjestelmän ja yhteistyösilmälääkärin antaman arvion välillä. Liikkeistä oli myös tarkoitus kerätä pienimuotoisella kyselyllä palautetta kameralaitteiston käytöstä. Kolmessa kuvaukseen osallistuneessa liikkeessä otetuissa kuvissa ei kuitenkaan esiintynyt silmänpohjakuvissa analysoitavia muutoksia, joten opinnäytetyön painopiste siirtyi luokittelujen vertailusta kohti diabeettisesta retinopatiasta tiedottamista ja kameralaitteiston käyttökyselyn purkamista.

Yhteistyöliikkeitä, jotka halusivat ottaa kamerasen laitteistoineen testikäyttöön, löytyi muun muassa Näe ry:n avustuksella kolme. Liikkeet kuvasivat ja analysoivat 85 silmänpohjakuvaa. Kuvat lähetettiin liikkeistä silmälääkärin arvioitavaksi, joten jokaisesta ohjelmalla onnistuneesti analysoidusta kuvasta on myös silmälääkärin analyysi. Kuvaamisen jälkeen optikkoliikkeisiin lähetettyyn käyttäjäkyselyyn vastasivat kaikki kuvanneet liikkeet. Tutkimuksen näiden osa-alueiden voidaan katsoa onnistuneen.

Kyselyn tuloksena saadut avoimet vastaukset Aurora-kamerasen ja järjestelmän käyttöön liittyen antoivat ensi käden tietoa optikoiden kokemuksista kamerasen ja Avenue-ohjelmiston parissa. Käyt-

töönottoa liikkeissä oli helpottanut Optomedin edustajan henkilökohtaisella vierailulla antama käytönopastus. Kyselyn tuloksista voi päätellä kameralla kuvaamisen olleen liikkeissä vaivatonta ja helppoa, lukuun ottamatta mainittua samentuneen mykiön läpi kuvaamista. Käyttöliittymän rakenne sai kuvaajilta positiivista palautetta. Kuvat oli pystytty vaivatta analysoimaan ohjelmalla ja analyysin lukeminen oli onnistunut optikkoliikkeissä. Silmämohjakuvien siirtäminen silmälääkärin arvioitavaksi oli sujunut ongelmitta. Yhdeltäkään asiakkaalta ei Aurora-kameran kuvissa löytynyt silmämohjamuutoksia Avenuen analyysissä, eikä yhteistyösilmälääkäri näistä kuvista tehnyt Avenuesta poikkeavaa analyysiä. Toki kuvantarkkuuden laatu ja kuvan onnistuminen vaikuttavat sekä ohjelman että silmälääkärin analyysiin, kuten kuvanneet optikotkin totesivat. Kuvaukseen osallistuneet liikkeet antoivat positiivista palautetta silmämohjien kuvaamisesta osana muuta optikon työtä, joten kuvaamisen voidaan katsoa olleen liikkeille myönteinen kokemus.

8.2 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimuksen teossa on kiinnitettävä huomiota tutkimuksen eettisyyteen. Eettisesti hyvässä tutkimuksessa tulee noudattaa hyvää tieteellistä käytäntöä. Tutkimuksen teossa on oltava huolellinen ja tarkka. Tuloksia ei saa sepittää eikä niitä pidä kaunistella tai yleistää kriittittömästi. Raportointi ja käytetyt menetelmät on selvitettävä huolellisesti. Lähtökohtana tutkimuksessa on oltava ihmisarvon ja itsemääräämisoikeuden kunnioittaminen, joka näkyy esimerkiksi tutkimukseen osallistumisen vapaaehtoisuutena. Tutkimuksesta maksettavan palkkion katsotaan joissain tapauksissa vääristävän tutkimuksen tuloksia. Tutkimukseen osallistuvilla tutkimuksesta koituvan riskin katsotaan velvoittavan tutkittavien laajempaan ennakkoinformointiin tutkimusta koskien. (Hirsjärvi ym. 2009, 23-26.)

Optikkoliikkeet, jotka ottivat kameras testikäyttöön, olivat mukana vapaaehtoisesti ja maksutta. Samoin silmämohjakuvaukseen osallistuminen oli asiakkaille vapaaehtoista ja maksutonta. Silmämohjien kuvaamiseen ei katsottu liittyvän erityistä riskiä. Kuvattavaksi pyydettiin vain täysi-ikäisiä eli 18-vuotiaita täyttäneitä optikkoliikkeiden asiakkaita. Kuvat ovat osa asiakkaiden asiakastietoa ja niitä käsitellään optikkoliikkeissä muiden asiakastietojen tapaan.

Silmämohjakuvien lähetys silmälääkärin arvioitavaksi tapahtui anonymisti. Lähetettävät kuvat oli varustettu viitetiedolla silmämohjassa mahdollisesti esiintyvistä muutoksista asiakkaalle tiedotta-

miseksi sellaisissa tapauksissa, joissa automaattinen analyysi ja silmälääkärin analyysi olisivat poikenneet toistaan. Yhteys viitetiedon ja asiakkaan välillä oli vain kuvanneen optometristin tiedossa. Tutkimukseen liittyvän käyttäjäkyselyn vastaukset tuhottiin vastausten käsittelyn jälkeen vastausten väärinkäytön estämiseksi.

8.3 Oppimiskokemukset ja jatkotutkimusehdotukset

Alkuperäinen tutkimusaihe silmänpohjakuvien vertailusta ohjelmiston ja optikon analyysin sekä silmälääkärin analyysin välillä oli kiintoisa ja tulosten analysointi olisi luultavasti ollut hyvin informatiivista, jos silmänpohjamuutoksia olisi kuvattavilta löytenyt. Tutkimuksen muuttunut painopiste vei tutkimuksen enemmän laadulliseen suuntaan kertomaan optikoiden kokemuksista kameran ja ohjelmiston parissa, mikä puolestaan antoi laitteiston kehittäjille arvokasta tietoa suoraan käyttäjiltä.

Jatkotutkimusehdotuksena esitän tämän tutkimuksen alkuperäisen asetelman kaltaista silmänpohjakuvien analyysien vertailua, jossa kuvattavat asiakkaat ovat selkeästi diabeteksen aiheuttamien silmänpohjamuutosten riskiryhmää. Kuvaamista voisi myös vaihtoehtoisesti laajentaa niin että silmänpohjia kuvattaisiin laajemmin myös periferiasta useampaa kuin yhtä makulakeskeistä fiksatiopistettä käyttämällä.

Lopuksi haluan kiittää yhteistyöstä kaikkia opinnäytetyön mahdollistaneita optikkoliikkeitä ja optikoita, jotka vapaaehtoisesti osallistumalla avustivat opinnäytetyön onnistumisessa, kuvattuja asiakkaita sekä Optomediä ja Näe ry:tä. Lisäksi kiitokset kuuluvat Oulun ammattikorkeakoulussa opinnäytetyötäni ohjanneille lehtoreille Tuomas Juustilalle sekä Stefan Diekhoffille.

LÄHTEET

Bowling, B. 2016. Kanski's clinical ophthalmology: a systematic approach. E-kirja. London: Saunders. Viitattu 17.9.2018, <https://web-a-ebSCOhost-com.ezp.oamk.fi:2047/ehost/detail/detail?vid=0&sid=073762e9-be83-4a1d-83da-5e78ff368182%40sdc-v-sessmgr01&bdata=JnNpdGU9ZWwhvc3QtGIZZQ%3d%3d#AN=1000101&db=nlebk>.

Choi, J., Yoo, T., Seo, J., Kwak, J., Um, T. & Rim, T. 2017. Multi-categorical deep learning neural network to classify retinal images: A pilot study employing small database. Viitattu 6.11.2018, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5667846/#__ffn_sectitle.

Diabeettinen retinopatia. Käypä hoito -suositus 2018. Viitattu 17.9.2018, <http://www.kaypa-hoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50043>.

Diabetesliitto 2018. Viitattu 13.11. 2018, https://www.diabetes.fi/diabetes/tyypin_1_diabetes/diabetes_ja_silmat.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 1993. Teemahaastattelu. 6. painos. Helsinki: Yliopistopaino.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu – Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. painos. Helsinki: Tammi.

HUS Diabeteksen silmämohjumuutokset 2018. Viitattu 17.9.2018, http://www.hus.fi/sairaanhoito/sairaalat/silma-korvasairaala/silmataudit/diabetes_verisuonitukospkl/silmanpohjumuutokset/Sivut/default.aspx.

Kaiser, P. & Friedman, N. 2014. The Massachusetts Eye and Ear Infirmary Illustrated Manual of Ophthalmology. 4. painos. USA: Elsevier.

Laaksonen, M. 2018. Tekoäly lisää terveydenhuollon resursseja. Viitattu 6.11.2018, <http://www.kansanterveys.fi/terveysteknologia/tekoaly-lisaa-terveydenhuollon-resursseja>.

NHS Diabetic eye screening 2018. Viitattu 13.11.2018, <https://www.nhs.uk/conditions/diabetic-eye-screening/>.

Optomed Avenue -esite 2018. Viitattu 22.9.2018, https://docs.wixstatic.com/ugd/fe6c61_14cb80601a454c238a6a128ca582470f.pdf.

Optomed Aurora -käyttöohje 2018. Viitattu 22.9.2018, https://docs.wixstatic.com/ugd/fe6c61_37bd17dc2df04595b0ebb4b3665b6f3b.pdf.

Optomed Avenue -käytönopastus 2018. Viitattu 22.9.2018, https://docs.wixstatic.com/ugd/fe6c61_d4e341ec92a746709dbb42c0a4d41879.pdf.

Rajalakshmi, R., Subashini, R., Mohan Anjana, R. & Mohan, V. 2018. Automated diabetes retinopathy detection in smartphone-based fundus photography using artificial intelligence. Viitattu 6.11.2018, <https://www.nature.com/articles/s41433-018-0064-9#author-information>.

Saraheimo, M. 2015. Mitä diabetes on? Teoksessa P. Ilanne-Parikka, T. Rönnemaa, M. Saha & T. Sane (toim.) Diabetes. 8. uudistettu painos. Tampere: Duodecim, 9-10.

Snell, R. & Lemp. M. 1998. Clinical Anatomy of The Eye. 2. painos. USA: Quebecor.

Seppänen, S. & Alahuhta, M. 2007. Diabeetikon omahoidon välineet. Helsinki: Edita.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015. Diabeteksen yleisyys. Viitattu 23.4.2018, <https://thl.fi/fi/web/kansantaudit/diabetes/diabeteksen-yleisyys>.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2014. Diabeteksen lisäsairaudet. Viitattu 13.11.2018, <https://thl.fi/fi/web/kansantaudit/diabetes/diabeteksen-lisasairaudet>.

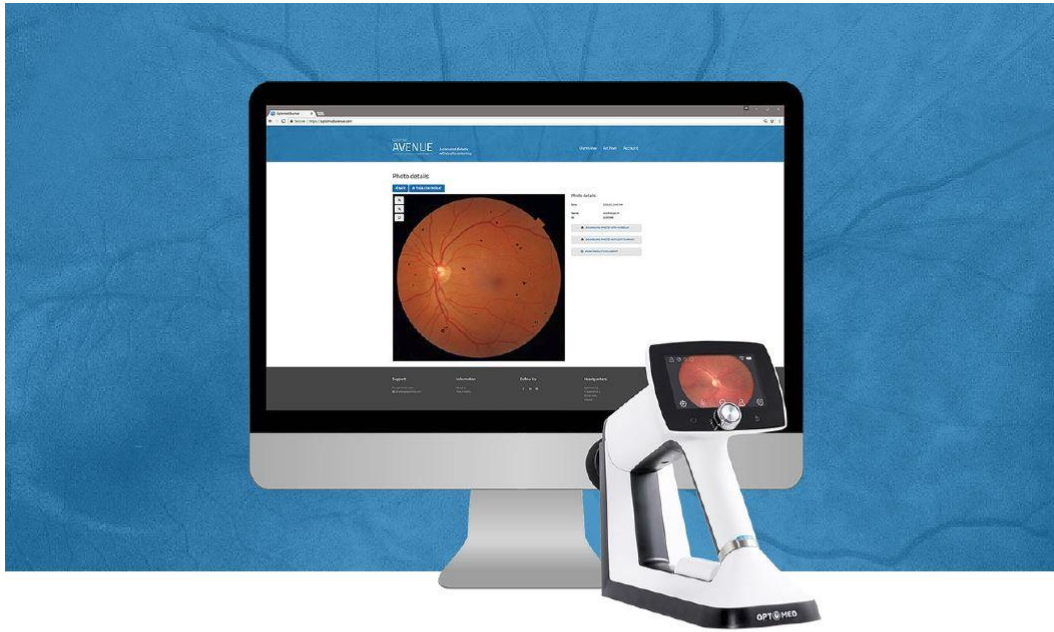
Tyyppin 2 diabetes. Käypä hoito -suositus 2018. Viitattu 23.4.2018, <http://www.kaypa-hoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50056#K1>.

Uhari, M. & Nieminen, P. 2012. Epidemiologia ja biostatistiikka. 2. painos. Helsinki: Duodecim.

Vierimaa, H. & Laurila, M. 2014. Keho: anatomia ja fysiologia. 1.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Vilkka, H. 2005. Tutki ja kehitä. Helsinki: Tammi.

Wrzeszczynski, K., Frank, M., Koyama, T., Rhrissorrakrai, K., Robine, N., Utro, F., Emde, A., Chen, B., Arora, K., Shah, M., Vacic, V., Norel, R., Bilal, E., Bergmann, E., Moore Vogel, J. Bruce, J., Lassman, A., Canoll, P., Grommes, C., Harvey, S., Parida, L., Michelini, V., Zody, M., Jobanputra, V. Royyuru, A. & Darnell, R. 2017. Comparing sequencing assays and human-machine analyses in actionable genomics for glioblastoma. Viitattu 6.11.2018, <http://ng.neurology.org/content/3/4/e164>.



Tutkimus Optomed Avenue järjestelmän toiminnasta yhdessä Optomed Aurora kameran kanssa

- Tutkimuksessa testataan Optomed Avenue järjestelmää yhdessä Optomed Aurora kameran kanssa.
- Tuotteet ovat tyyppihyväksytyjä.
- Tutkimuksen tekee yhteistyössä **Optomed Oy**, **Näe Ry**, **OAMK** ja optikkoliikkeet Kuopiossa, Oulussa ja Klaukkalassa.
- Tutkimuksessa kuvataan vapaaehtoisten aikuisten henkilöiden silmänpohjat ja kuvat analysoidaan Optomed Avenue järjestelmällä sekä jälkikäteen silmälääkärin toimesta.
- Järjestelmä etsii Diabeettisen retinopatian (DR) alkuvaiheen muutoksia mutta ei edistyneemmän DR:n muutoksia eikä muita sairauksia.
- DR:n omaavien tapauksessa tulokset eivät korvaa normaalissa seulonnassa saatua ohjeistusta sillä tulokset eivät luokittele DR:n vakavuutta vaan kertovat onko henkilöllä lainkaan alkuvaiheen DR-mutoksia vai ei.
- Vapaa-ehtoiset saavat tietoonsa Avenue-järjestelmän automaattisen tuloksen mutta silmälääkärin lausunto ja ei ole mahdollista toimittaa jälkikäteen ellei tulos ole ollut eri kuin automaattisella menetelmällä saatu.
- Kuvaukset toteutettava optikkoliike kerää kuvattavien nimet ja yhteystiedot mutta niitä ei hyödynnetä muuten kuin jos silmälääkärin lausunto poikkeaa automaattisesta tuloksesta ja lausunto toimitetaan jälki käteen. Nimet ja yhteystiedot jäävät vain liikkeen tietoon.
- Optomed Oy kerää tutkimuksessa saadut kuvat tuotekehitystarkoituksiinsa ja yrityksellä on pääsy sekä automaattisiin että silmälääkärin lausunnonnosta saatuihin tuloksiin. Kaikki Optomed:lle päätyvät tiedot ovat anonyymejä eikä yritys julkaise niitä.
- Anonyymejä kuvia ja tuloksia voidaan hyödyntää OAMK:ssa tehtävässä Optometrian alan lopputyössä joka on julkinen.

OPTOMED

OAMK

Näe NÄKEMISEN JA SILMÄTERVEYDEN TOIMIALA

KYSELYLOMAKE

LIITE 2

1 Kamera:

Kuinka käyttöönotto sujui?

Miten alkuasetusten säätö onnistui?

Kuinka kuvaaminen onnistui?

Onko kameran käyttöliittymä sellainen, että kaikki tarvittavat toiminnallisuudet on helppo löytää ja ottaa käyttöön?

2 Laitteisto:

Miten kuvien siirto ohjelmistoon sujui?

Miten kuva-analyysin tulkinta onnistui?

Tukeeko ohjelmiston rakenne optikkoliikkeen tyypillistä asiakastyöskentelyä vai tulisiko jotain muuttaa?

3 Kuvaaminen osana optikon työtä:

Miltä kuvaaminen osana optikon työtä tuntui?

Toiko kuvaaminen ja analyysi lisäarvoa asiakaskohtaamiseen?

4 Muita huomioita?

Kiitos osallistumisesta!