

Tiia Korpela, Eveliina Tamminen

# Diabeetikon silm­pohja

Kuvaopas diabeteksen aiheuttamiin l­yd­ksiin

---

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Optometr­isti

Optometrian tutkinto-ohjelma

Opinn­nyt­t­y­o

31.10.2016

Tekijät Otsikko  Sivumäärä Aika	Tiia Korpela, Eveliina Tamminen Diabeetikon silmämöhja: Kuvaopas diabeteksen aiheuttamiin löydöksiin 50 sivua + 1 liite 31.10.2016
Tutkinto	Optometrismi (AMK)
Koulutusohjelma	Optometrian tutkinto-ohjelma
Ohjaajat	Lehtori Niina Gould Yliopettaja Kaarina Piriä
<p>Diabetesta sairastaa Suomessa arvion mukaan noin 500 000 henkilöä, ja sen määrän on arvioitu kasvavan. Diabetes aiheuttaa usein silmämöhjamuutoksia eli diabeettista retinopatiaa.</p> <p>Silmämöhjakuvuus on yleistynyt optikkoliikkeissä ja siitä on tullut osa näöntutkimuskäytäntöä. Lisäksi osa optikoista tekee diabeetikoiden silmämöhjakuvauksia terveydenhuollossa. Kun silmämöhjakuvia tulkitaan oikein, diabeteksen aiheuttamat muutokset voidaan tunnistaa mahdollisimman varhain. Siksi diabeteksen aiheuttamien silmämöhjamuutosten tunteminen on tärkeää optikon työssä. Riski näön heikentymiseen pienenee, kun hoito aloitetaan ajoissa. Optikot eivät tee diagnooseja, joten kuvien tulkinnassa on kyse epänormaalien löydösten kartoittamisesta. Silmämöhjakuvuus on hyödyllistä, kun sen avulla pystytään saamaan tietoa silmien terveydentilasta ja ohjaamaan asiakkaat tarvittaessa eteenpäin jatkotutkimuksiin silmälääkärille.</p> <p>Opinnäytetyössä laadittiin sähköinen kuvaopas diabeteksen aiheuttamien silmämöhjamuutoksien tulkintaan optikoille. Se on julkaistu internetissä Issuu.com -sivustolla, joka on kaikille avoin, englanninkielinen julkaisualusta verkossa. Teoriaosuus on suunniteltu käytettäväksi oppaan tukena. Optikot saavat opinnäytetyömme kautta tärkeää tietoa sairauden kulusta ja riskitekijöistä, mistä on hyötyä diabeetikon tullessa asiakkaaksi. Myös optometrian opiskelijat voivat hyödyntää materiaalia opinnoissaan.</p>	
Avainsanat	diabetes, retinopatia, verkkokalvo, silmämöhjakuvuus, opas

Authors Title Number of Pages Date	Tiia Korpela, Eveliina Tamminen Fundus of Diabetic Person: Guidebook for Findings in Diabetic Retinopathy 50 pages + 1 appendix Autumn 2016
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Optometry
Instructors	Niina Gould, Senior Lecturer Kaarina Pirilä, Principal Lecturer
<p>There are about 500 000 people with diabetes in Finland. Diabetes causes changes in fundus which leads to diabetic retinopathy.</p> <p>Nowadays fundus imaging is part of individual vision examination in optical stores. Opticians are often the first health care practitioners to examine persons with undiagnosed diabetes. It is important to recognize the findings caused by diabetes as early as possible to prevent risk of vision impairment. Opticians do not diagnose the retinal images. Knowledge of the diabetic findings helps opticians to detect early stages of retinopathy and if necessary guide their patients to an ophthalmologist.</p> <p>The aim of our thesis was to create a guidebook for opticians in diabetic findings on fundus images. As a result we created an image based guidebook for opticians and optometry students which is designed for use in a digital form to get maximum benefit from the color fundus images. It was published in Issuu which is a free platform for publications in English on the Web.</p> <p>This thesis will help opticians deal with the patients with diabetes. It provides important knowledge of diabetes and its risk factors.</p>	
Keywords	diabetes, retinopathy, retina, fundus imaging, guidebook

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Verkkokalvon rakenne	4
2.1	Verkkokalvon alueet	4
2.2	Verkkokalvon verisuonisto	5
3	Diabetes	7
3.1	Diabetestyytit	8
3.2	Patogeneesi	9
4	Diabeettinen retinopatia ja makulopatia	11
4.1	Retinopatian muodot	11
4.2	Retinopatian eri vaikeusasteet ja luokittelu	13
4.3	Pitkälle edennyt diabeettinen silmäsairaus	15
4.4	Makulopatia ja sen arviointi	15
4.5	Diabeteksen aiheuttama näkövammaisuus	16
4.6	Retinopatian riskitekijät	17
5	Diabeteksen aiheuttamat silmänpohjamuutokset	19
5.1	Optomap-kuvat	19
5.2	Löydökset lievässä taustaretinopatiassa	20
5.3	Löydökset proliferatiivisessa retinopatiassa	27
5.4	Verkkokalvoirtaumat	30
5.5	Muita yleisiä löydöksiä diabeetikon silmänpohjalla	32
6	Diabeettisten muutosten vaikutus silmään ja näöntarkkuuteen	35
7	Diabeettisen retinopatian ennaltaehkäisy ja hoito	37
7.1	Seulonta ja hoitomuodot	37
7.2	Diabeteksen aiheuttamat kustannukset terveydenhuollossa Suomessa	41
8	Oppaan rakenne	44
8.1	Ulkoasu	44
8.2	Käytettävyys	45
9	Pohdinta	46
	Lähteet	48

Liitteet

Liite 1. Kuvaopas

## 1 Johdanto

Diabetes on Suomessa melko yleinen sairaus: sitä sairastaa Diabetesliiton mukaan arviolta noin 500 000 henkilöä (Diabetesliitto n.d, a). Diabeteksella tarkoitetaan sairautta, jossa plasman glukoosi- eli sokeripitoisuus on kroonisesti kohonnut (Käypä hoito -suositus 2016). Siihen liittyy usein diabeettinen retinopatia eli verkkokalvon sairaus, joka aiheuttaa muutoksia silmänpohjalla (Käypä hoito -suositus 2014). Diabetesta esiintyy kaikissa ikäluokissa ja siihen sairastutaankin yhä nuorempina (Diabetesliitto n.d, c). Diabeteksen määrän on myös arvioitu kasvavan jatkuvasti (Käypä hoito -suositus 2016). Diabeetikoiden hoitoon kuuluu silmänpohjien seulonta ja kontrollointi silmänpohjakuvauksella (Käypä hoito -suositus 2014). Osa optikoista työskentelee terveydenhuollossa tehden diabeetikoiden silmänpohjakuvauksia. Samaan aikaan silmänpohjakuvaus on yleistynyt myös optikkoliikkeissä osana näöntutkimuskäytäntöä, joten diabeteksen tunteminen on tärkeää myös optikon työssä.

Diabeteksen suuren esiintyvyyden ja silmänpohjakuvausten yleistymisen vuoksi päätimme luoda optikoille oppaan diabeteksen aiheuttamien silmänpohjamuutosten tunnistamiseksi ja havaitsemiseksi. Työn idea syntyi Metropoliasa aiemmin tehdystä opinäytetyöstä *Mitä kuvat kertovat?: Kuvaopas optikolle silmänpohjalöydösten tarkastelun avuksi* (Huhtala–Kaukola–Riikonen 2013). Työhön hankittiin taustatietoa keväällä 2016 tutustumalla optikoihin, jotka työskentelevät diabeetikoiden silmänpohjien kuvantamisessa Leppävaaran terveysasemalla. Tutustumisen kautta saatiin käytännön näkökulmaa diabeetikoiden silmänpohjakuvauksiin sekä silmänpohjamuutoksiin.

Diabetesta voi olla vaikea tunnistaa alkuvaiheessa, koska se ei aina aiheuta oireita (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, a). Sairaus voidaan kuitenkin havaita esimerkiksi silmänpohjamuutoksista. Tyypin 2 diabeetikoilla silmänpohjamuutoksia voi esiintyä jo silloin, kun diabetes todetaan (Käypä hoito -suositus 2016). Diabetestyypeistä ja niihin liittyvistä silmänpohjamuutoksista kerrotaan enemmän luvuissa 3.1 ja 4.1. On tärkeää, että silmänpohjakuvia osataan tulkita oikein, jotta diabeteksen aiheuttamat muutokset voidaan tunnistaa mahdollisimman varhain. Kun diabeteksen hoito aloitetaan ajoissa, riski näön heikentymiseen pienenee (Käypä hoito -suositus 2014). Optikot eivät tee diagnooseja, joten kuvien tulkinnassa on kyse epänormaalien löydösten kartoittamisesta. Silmänpohjakuvaus on hyödyllistä, kun sen avulla pystytään saamaan tietoa silmien terveydentilasta optikkoliikkeissä ja ohjaamaan asiakkaat tarvittaessa eteenpäin jatko-

tutkimuksiin silmälääkärille. Silmänpohjakuvaus on tehokkaampaa, kun optikot saavat tulkita silmänpohjakuvia itsenäisesti. Optikot voivat mahdollisesti konsultoida silmälääkärää normaalista poikkeavia löydöksiä koskien.

Opinnäytetyön tuotoksena on tehty sähköinen kuvaopas diabeteksen aiheuttamiin muutoksiin silmänpohjalla. Se on julkaistu internetissä Issuu.com -sivustolla, joka on kaikille avoin, englanninkielinen julkaisualusta verkossa. Opas on myös tämän opinnäytetyön liitteenä. Löydöskuvina oppaassa on käytetty Optoksen optomap -silmänpohjakuvia. Optos on yksi johtavista näönhuollon laitteita valmistavista yrityksistä, jonka laitteilla saatavat optomap-kuvat perustuvat UWF- eli Ultra Widefield -teknologiaan. Sen avulla verkkokalvolta saadaan laajoja, 200°:n kuvia, mikä ei muilla laitteilla ole mahdollista (Optos 2016c.) Opinnäytetyössä käytetyt kuvat ja niihin liittyvä käyttö lupa on saatu Optoksen Clinical Trial Manager Jessica Carnevalelta (Optos 2016b).

Opas on suunniteltu erityisesti optikoille, jotka ovat saaneet Pro auctore -koulutuksen, ja tulkitsevat silmänpohjakuvia työssään. Pro auctore tarkoittaa optikoiden oikeuttamäärätä lääkkeitä käytettäväksi ammatinsa harjoittamiseen (Valvira 2013). Pro auctore -oikeuksien edellytyksenä olevaan diagnostisten lääkeaineiden koulutukseen sisältyy myös yleisimpien silmäsairauksien tunnistaminen silmän etu- ja takaosan löydöksistä. Se on terveydenhuollon ammattihenkilöistä annetun lain ja sosiaali- ja terveysministeriön lääkkeenmääräämisestä annetun asetuksen mukaan järjestettävää, pätevöittävää lisäkoulutusta optikoille. (Metropolia Ammattikorkeakoulu n.d). Nykyisin valmistuvat optometristit saavat Pro auctore -oikeudet tutkinnon kautta jo valmistuessaan. Vastavaa opasta diabeteksestä tai vain yhden sairauden aiheuttamista silmänpohjamuutoksista ei ole toteutettu opinnäytetyönä aiemmin, joten opas on hyödyllinen sekä optisen alan että optikon työn näkökulmasta. Lisäksi työssä on laaja teoriapohja, joten myös optometrian opiskelijat saavat tästä opinnäytetyöstä hyödyllistä oppimateriaalia opintojensa tueksi.

Opinnäytetyössä käsitellään diabeteksen vaikutusta näkemiseen ja silmän terveyteen. Siinä kerrotaan lisäksi verkkokalvon normaalista rakenteesta, jotta lukija ymmärtää helpommin retinopatiamuutosten taustaa ja kehittymistä. Työssä kerrotaan diabeteksestä ja sen riskitekijöistä yleisellä tasolla, diabeettisen retinopatian hoitomuodoista sekä retinopatian kehittymiseen vaikuttavista tekijöistä. Optikot saavat diabetes-osiosta tärkeää tietoa sairauden kulkuun ja riskitekijöihin liittyen, mistä on hyötyä diabeetikon

tullessa asiakkaaksi optikkoliikkeeseen. Opinnäytetyössä käsitellään myös oppaan toteutusta, silmämepohjakuvien kuvausmenetelmää sekä diabeteksen kustannuksia terveydenhuollossa Suomessa. Lisäksi tuodaan esiin retinopatian aiheuttamien muutosten vaikutuksia silmään ja näöntarkkuuteen, mikä on tärkeää optikon näkökulmaa ajatellen.



## 2 Verkkokalvon rakenne

Verkkokalvo on silmän sisäosan kerros, joka ulottuu näköhermon päästä ora serrataan asti. Verkkokalvo muodostuu kahdesta primaarisesta kerroksesta; neurosensorisesta kerroksesta sekä verkkokalvon pigmenttiepiteelikerroksesta. Verkkokalvon tehtävänä on muokata verkkokalvon aistinsolujen tuottamat näköinformaation impulssit ja välittää ne näköaivokuorelle. (Dodson 2009: 20–21.)

Kokonaisuudessaan verkkokalvon kerrokset voidaan jakaa kymmeneen osaan: sisempi rajakalvo, hermosyikerros, gangliosolukerros, sisempi verkkomainen kerros, sisempi tumakerros, ulompi verkkomainen kerros, ulompi tumakerros, valoistinsolukerros, ulompi rajakalvo sekä pigmenttiepiteeli. (Dodson 2009: 20–21.)

Neurosensorinen kerros muodostuu gangliosolukerroksesta, sisemmästä tumakerroksesta sekä valoistinsolukerroksesta. Verkkokalvon pigmenttiepiteeli muodostuu yksikerroksisesta epiteelisolukosta. (Dodson 2009: 20–21.)

Valoistinsoluja on kahta tyyppiä: tappi- ja sauvasolut. Verkkokalvolla on noin 100 miljoonaa sauvasolua, jotka ovat lähes 100-kertaisesti herkempiä valolle kuin tappisolut. Ne sijaitsevat verkkokalvon periferisellä alueella ja vähenevät makulan suuntaan päin; fovealla niitä ei ole enää lainkaan. Ne vastaavat periferisestä näöstä, yönäöstä sekä toiminnasta heikommassa valossa. Tappisoluja on verkkokalvolla noin 5 miljoonaa, ja ne ovat keskittyneet makulalle ja fovealle. Ne toimivat parhaiten kirkkaassa valossa ja vastaavat värinäöstä, näöntarkkuudesta ja keskeisestä näöstä. Tappisolut mahdollistavat tarkempien yksityiskohtien ja nopeiden muutosten havaitsemisen kuvissa. (Dodson 2009: 22.)

### 2.1 Verkkokalvon alueet

Verkkokalvon keskeinen alue sijaitsee keskusvaltimon ylemmän sekä alemman ohimo-  
haaran välissä. Se on ympyränmuotoinen alue, jonka halkaisija on 5–6 mm. Keskeisel-  
lä alueella on makula, joka on väritykseltään kellertävä. Makulan keskipisteessä sijait-  
see fovea eli tarkan näkemisen alue, jonka halkaisija on 1,5 mm. Makulan sisäpuolella  
on foveola eli keskikuoppa, joka on kooltaan 0,35 mm. Fovealla on ainoastaan tap-

pisoluja eikä siellä ole lainkaan verisuonistoa. (Forrester–Dick–McMenamin–Roberts 2008: 42; Dodson 2009: 26).

Verkkokalvon periferinen alue on keskeisen alueen ulkopuolelle jäävä alue, jonka etäisyys näköhermon pään nystystä ora serrataan on noin 23–24 mm temporaaliselta puolelta ja noin 18,5 mm nasaaliselta puolelta. Ora serrata on sensorisen verkkokalvon hammaslaitainen reuna. Se toimii siirtymäalueena, jossa verkkokalvo yhdistyy pigmenttömiin epiteelisoluihin. (Forrester ym. 2008: 42–43).

Näköhermo yhdistää silmän aivoihin, minkä vuoksi sitä pidetään yhtenä osana keskushermostoa. Näköhermo muodostuu verkkokalvon gangliosolujen aksoneista ja tukisolusta. Näköhermon pään nystyn eli papillan (optic disc) halkaisija on n. 1,5 mm, ja sen sijainti on 3 mm keskelle päin makulasta. Näköhermon pää koostuu vaaleankeltaisesta, suppilomaisesta keskikuopasta (central cup) sekä tarkkarajaisesta neuraalisesta reunasta (neural rim). Neuraalisen reunan väri on vaaleanpunertavan oranssi, mikä johtuu laajasta hiussuoniverkosta. Näköhermon pään nystyssä ei ole lainkaan verkkokalvoa, joten siitä muodostuu näkökenttään sokea piste. (Forrester ym. 2008: 42, 61; Dodson 2009: 24–26.)

## 2.2 Verkkokalvon verisuonisto

Verkkokalvo on aineenvaihdunnallisesti erittäin aktiivista kudosta ja sen hapenkulutus on suurempaa kuin missään muussa kudoksessa. Kuten aivoilla, myös verkkokalvolla on erittäin tarkka veri-verkkokalvoeste, jonka tarkoituksena on säännöstellä optimaalinen solujen ulkopuolinen tila helpottamaan hermoimpulssien siirtoa. Sen tehtävänä on myös säädellä patogeenien ja verisuonten sisäisten leukosyyttien kulkua. (Forrester ym. 2008: 54.)

Verkkokalvolla on kaksiosainen verenkuljetus: verkkokalvon sisemmän puolen 2/3 saa ravintoaineensa verkkokalvon keskusverisuonten haarojen välityksellä ja ulomman puolen 1/3 saa ravintoaineensa suonikalvon verenkierron kautta. Suonikalvo on verisuonikerros, joka sijaitsee verkkokalvon ja kovakalvon välissä. Verkkokalvon sisemmän puolen verenkierrossa on hitaampi virtaus (25 mm/s) ja korkea happiaineenvaihdunta, kun taas suonikalvon verenkierrossa on nopeampi virtausnopeus (150 mm/s), matala happiaineenvaihdunta ja hiussuonet muodostavat aukkomaisen tason. (Forrester ym. 2008: 54.)

Verkkokalvon keskusvaltimo on halkaisijaltaan noin 0,3 mm ja se nousee silmän valtimosta ja kulkee yhdessä verkkokalvon keskuslaskimon kanssa kohti näköhermon pään keskustaa. Verkkokalvon keskusverisuonet nousevat näköhermonnystyn keskeltä ja ylittävät sen reunan. Näköhermon päästä suonet jakautuvat neljään päähaaraan, jotka ovat ylempät ja alemmat haarat. Nämä haarat taas jakautuvat edelleen temporaalisiin ja nasaalisiin haaroihin. Keskusvaltimon halkaisija pienenee 100 µm:iin tultuaan esiin näköhermon pään levyn päälle. Suuret keskusvaltimoiden haarat kulkevat hermosykerrokseen sisemmän rajakalvon alla. (Forrester ym. 2008: 42, 54–56.)

Jokainen valtimoiden neljästä päähaarasta kattaa verkkokalvosta tietyn sektorin, joihin valtimot päättyvät. Ylempi ja alempi temporaalinen valtimohaara kaartuvat makulan ja fovean alueen ylä- ja alapuolella. Valtimot kulkevat laskimoiden yli. (Forrester ym. 2008: 56.) Terveellä silmänpohjalla verisuonet kulkevat johdonmukaisesti, eivätkä poikkeaa kohtuuttomasti (Dodson 2009: 26).

Hiussuoniverkoston kaksi päätasoa verkkokalvolla ovat sisempi ja ulompi hermpunos, jotka levittyvät kaikkialle verkkokalvolle. Hiussuonia on tiheimmin makulalla, mutta ne puuttuvat kokonaan fovealta, jossa hiussuoneton alue on halkaisijaltaan noin 500 µm. Fovean ravinnonsaanti on näin ollen riippuvainen suonikalvon hiussuoniverkostosta. Verkkokalvolla ei ole lainkaan imusuonia. (Forrester ym. 2008: 56.)

### 3 Diabetes

Diabeteksella tarkoitetaan sairauksia, joista aiheutuu pitkäkestoisesti koholla oleva verensokeri eli korkea glukoosipitoisuus plasmassa (Diabetesliitto n.d, a; Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, a). Verensokerin kohoaminen eli hyperglykemia (Virkamäki – Niskanen 2010) johtuu insuliinihormonin puutteesta, insuliiniresistenssistä eli insuliinin heikentyneestä vaikutuksesta elimistössä tai näiden molempien yhteisvaikutuksesta. Insuliinihormoni säätelee verensokerin imeytymistä siirtämällä glukoosin verestä soluille. Insuliiniresistenssistä johtuen solut reagoivat heikommin insuliiniin, jolloin verensokeri alkaa kohota. Heikentyneen reaktion seurauksena voi olla aluksi insuliinituotannon kasvu, joka johtaa kuitenkin insuliinierityksen heikentymiseen. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, a).

Diabetes diagnosoidaan veren plasman glukoosipitoisuudesta eli verensokerista. Suosituksena on mitata glukoosipitoisuus laskimoveren plasmasta (Käypä hoito -suositus 2016). Diabeteksen määritelmänä pidetään verensokeriarvon nousua yli 7,0 mmol/l lukemaan yön paastoamisen jälkeen mitattuna. Normaaliksi paastoverensokeriarvoksi on luokiteltu korkeintaan arvo 6,0 mmol/l. (Mustajoki 2015).

Diabetes voi aiheuttaa erilaisia komplikaatioita, jotka voivat olla äkillisiä tai kroonisia (Käypähoito 2016). Ne etenevät vähitellen vuosien tai jopa vuosikymmenten aikana (Mustajoki 2015). Lisäsairaudet syntyvät, kun koholla oleva verensokeri rasittaa elimistöä. Pitkäaikainen sairastaminen nostaa lisäsairauksien riskiä. Tavallisia diabetekseen liittyviä lisäsairauksia ovat retinopatia eli verkkokalvon sairaus, nefropatia eli munuais-sairaus, neuropatia eli ääreishermoston häiriö, aivohalvaus sekä sydän- ja verisuonisairaudet. Näiden lisäksi diabeetikoilla on suurempi riski saada muistisairaus vanhuusiässä. Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen mukaan diabeetikoista 3/4 kuolee sydän- ja verisuonitauteihin. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, d; Mustajoki 2015.)

Diabetesta sairastaa Suomessa Diabetesliiton arvion mukaan noin 350 000 henkilöä ja lisäksi vielä ilman diagnoosia noin 150 000 henkilöä (Diabetesliitto n.d, a). Sairaus on alidiagnosoitu, sillä arviolta puolet tyypin 2 diabeetikoista sairastaa diabetesta tietämättään. Diabetesta pidetään yhtenä nopeimmin yleistyvistä sairauksista maailmassa ja myös Suomessa. Tyypin 2 diabeteksen määrän on arvioitu nousevan kaksinkertaiseksi Suomessa tulevien 10–15 vuoden kuluessa ja sitä ilmenee yhä nuoremmilla henkilöillä. (Käypä hoito -suositus 2016). Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen mukaan tyypin 2

diabeteksen yleisyys on Suomessa keskitasoa verrattaessa muihin Euroopan maihin. Sen sijaan tyyppin 1 diabetes on Suomessa yleisempää kuin muualla, minkä arvellaan johtuvan suomalaisesta geeniperimästä. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, b.) Sen ilmaantuvuus oli 62/100 000 alle 15-vuotiailla vuonna 2008, ja ilmaantuvuus on edelleen nousussa. On arvioitu, että syynä ilmaantuvuuden lisääntymiseen on jokin ympäristötekijä, joka aiheuttaa geeniperimältään alttiiden sairastumisen yleistymistä. (Käypä hoito -suositus 2016).

### 3.1 Diabetestyytit

Diabetes luokitellaan yksinkertaistettuna kahteen pääluokkaan, jotka ovat tyyppin 1 ja tyyppin 2 diabetes (Diabetesliitto n.d, a). Niihin molempiin liittyvät sekä perintö- että ympäristötekijät. Ne edustavat kuitenkin vain osaa diabeteksen tyypeistä, ja lisäksi on olemassa diabetestyyppijä, joissa on piirteitä niistä kummastakin (Käypä hoito -suositus 2016).

Tyyppin 1 diabeteksessa insuliinia muodostavat solut ovat tuhoutuneet, ja sitä pidetään nuoruusiän diabetestyyppinä. (Diabetesliitto n.d, a). Solujen tuhoutuminen johtuu autoimmuunitulehduksesta (Diabetesliitto n.d, c). Tyyppiä 1 sairastaa Suomessa noin 10-15 % diabeetikoista, ja hoitamattomana se on hengenvaarallinen. Hoitona käytetään insuliinipistoksia. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, a). Sairastuneista suurin osa on lapsia. Tyyppin 1 diabeteksen yleisiä oireita ovat väsymys, laihtuminen, lisääntynyt virtsaamisen tarve sekä jano. Oireet voivat kehittyä vähitellen päivin tai viikkojen aikana. (Mustajoki 2015.) Joissain tapauksissa tyyppin 1 diabetesta voidaan hoitaa haiman tai haiman saarekesolujen siirrolla (Diabetesliitto n.d, c). Tällä hetkellä ei ole tiedossa keinoja, jolla voitaisiin ehkäistä tyyppin 1 diabeteksen ilmaantumista. (Käypä hoito -suositus 2016).

Tyyppin 2 diabetes eroaa muista tyypeistä siinä, että sillä ei ole selkeitä diagnoosikriteereitä. Se on selvästi yleisin diabetestyyppi, sillä sitä sairastaa Suomessa noin 75 % diagnosoiduista diabeetikoista. Sitä pidetään enemmän aikuisiän diabetestyyppinä, johon liittyy ylipaino, korkea verenpaine sekä rasva-arvojen häiriöt. (Käypä hoito -suositus 2016). Tyyppin 2 diabetekseen liittyy usein sekä insuliiniresistenssiä että insuliinin puutosta. Insuliiniresistenssi lisää insuliinin tarvetta, mutta haima ei pysty tuottamaan insuliinia tarvetta vastaavaa määrää, jolloin seurauksena on insuliinin puutos. (Käypä hoito -suositus 2016).

Tyypin 2 diabetes kehittyy usein hitaasti, ja se voikin olla kauan oireeton. Sairauden aiheuttamat oireet ovat lieviä, ja niitä voivat olla esimerkiksi syömisen jälkeinen väsymys, tulehdusherkkyys, jano sekä lisääntynyt virtsaamisen tarve. (Mustajoki 2015). Sen syntyminen liittyy perinnölliseen alttiuteen, mutta myös elintavat vaikuttavat. (Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos n.d, a). Ylipainoa ja etenkin keskivartalolihavuutta pidetäänkin Käypä hoito -suosituksen mukaan tärkeimpänä riskitekijänä tyypin 2 diabetekselle. Diabeteksen ilmeneminen suvussa nostaa suoraan riskiä sairastumiseen: Jos vanhemmalla on diabetes, sairastumisriski on kaksinkertainen. Jos taas molemmat vanhemmat sairastavat diabetesta, riski on viisinkertainen. Muita sille altistavia tekijöitä ovat esimerkiksi vähäinen liikunta, korkea verenpaine, korkea ikä, uniapnea, jotkin lääkitykset, valtimotauti sekä aiempi glukoosiaineenvaihdunnan häiriö. Myös psykososiaalisten tekijöiden, kuten masennuksen ja stressin on todettu liittyvän tyypin 2 diabeteksen kehittymiseen (Käypä hoito -suositus 2016).

Muita diabetestyyppejä ovat esimerkiksi raskausdiabetes, LADA (Latent Autoimmune Diabetes In Adults) ja MODY (Maturity-Onset Diabetes Of The Young). Raskausdiabetes johtuu hormonimuutosten aiheuttamasta kohonneesta insuliinin tarpeesta (Diabetesliitto n.d, c). Tätä nimitystä käytetään diabeteksen ilmaantuessa ensimmäistä kertaa raskauden aikana. Raskausdiabetekseen liittyy suurempi riski sairastua tyypin 2 diabetekseen (Käypä hoito -suositus 2016). MODY on harvinainen, voimakkaasti periytyvä muoto, jossa haiman insuliinieritys on puutteellinen. Se ilmenee usein viimeistään 20–30-vuotiaana. (Diabetesliitto n.d, c.) MODY:lla on useita alatyyppejä, ja sen osuus kaikista diabetestapauksista Suomessa on alle 2% (Käypä hoito -suositus 2016). LADA on yli 35-vuotiaana ilmenevä diabetes, joka muistuttaa tyypin 2 diabetesta, mutta sitä pidetään tyypin 1 alamuotona (Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos n.d, a). Lisäksi muita tyyppejä ovat alle 6 kk:n iässä alkava diabetes (neonataalidiabetes), harvinainen äidin kautta periytyvä muoto eli mitokondriaalinen diabetes sekä insuliiniherkyyttä aiheuttavasta sairaudesta tai tilasta johtuva diabetes eli sekundaaridiabetes. On myös mahdollista, että diabetes luokitellaan ”epävarmaksi diabetestyyppiksi”, jos sitä ei voida luokitella mihinkään muuhun luokkaan. (Käypä hoito -suositus 2016.)

### 3.2 Patogeneesi

Hyperglykemia tarkoittaa käytännössä sitä, että verensokeri nousee veressä yli 10 mmol/l. Hyperglykemia vahingoittaa verisuonien endoteelia, jolloin sen keskeiset toi-

minnot alkavat häiriintyä. (Virkamäki – Niskanen 2010.) Hyperglykemia aiheuttaa hiussuonistossa nekroosia eli solukuolemaa, muutoksia perisytyttisolujen ja endoteelisolujen toiminnassa sekä verisuonitukoksia. Perisytytöt ovat tukisoluja, joiden tehtävänä on säädellä verenkierron eri toimintoja. Perisytyttien vähentyessä verenkierto ja verenpaine kasvavat suonistossa. Verisuoniston endoteelisolujen vaurioituminen johtaa aineenvaihdunnan sekä verenkierron häiriöihin, jolloin hiussuonisto alkaa tihkumaan. (Dodson 2009: 38, 50–5.)

Mikrovaskulaariset eli pienten verisuonien muutokset näkyvät tiettyjen solutyypin komplikaatioina. Näihin solutyyppeihin kuuluvat verkkokalvon hiussuoniston endoteelisolut, munuaisten mesangiumsolut, perifeeristen hermojen neuronit ja Schwannin solut. Useimmat muut solutyypit kykenevät pitämään solun sisäisen glukoosin vakaina, vähentämällä glykoosin kuljetusta solun sisälle hyperglykemian aikana, jolloin solu ei muutu toksiseksi. (Virkamäki – Niskanen: 2010; Dodson 2009:5.)

#### Diabeteksen yhteys yleissairauksiin

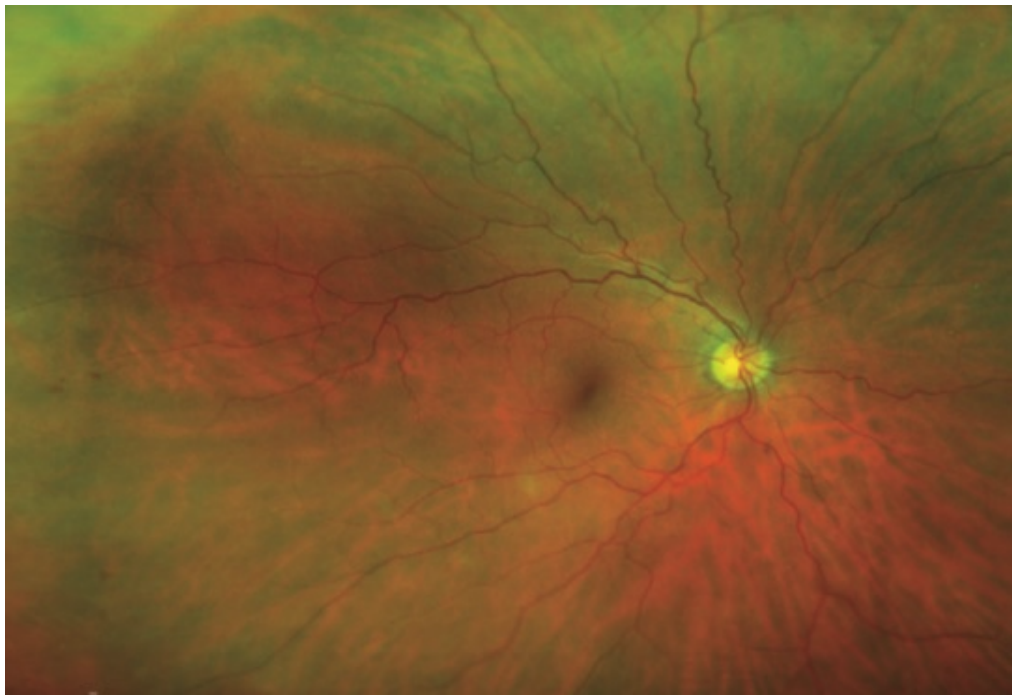
Hyperglykemia aiheuttaa ateroskleroosia eli valtimotautia, jolloin valtimoiden seinämät paksuuntuvat sekä veren kulku suonissa häiriintyy. Tästä syystä osa valtimoista tukkeutuu, jolloin verkkokalvo hiljalleen atrofioiduu. (Saari 2011: 405.) Alttius sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin, verenpainetautiin tai rasva-aineenvaihdunnan häiriöihin onkin diabeetikoilla kohonnut. Yleisiä sydän- ja verisuonisairauksia diabeetikoilla voivat olla sepelvaltimotauti, aivohalvaus sekä perifeerinen verenkiertohäiriö. Riskiä sairastua nostavat diabeteksen kesto, huono hoitotasapaino sekä munuaisvauriot. Myös metabolinen oireyhtymä sekä heikentynyt glukoosin sietokyky nostavat riskiä sairastua muihin yleissairauksiin. Kohonneen verenpaineen takia mikro- ja makrovaskulaariset komplikaatiot lisääntyvät ja rasva-aineenvaihdunnan häiriöt ilmenevät kolesterolin kohoamisena diabeetikoilla. (Virkamäki – Niskanen 2010.) Mikrovaskulaariset muutokset liittyvät pieniin verisuoniin ja makrovaskulaariset muutokset suuriin verisuoniin. (Dodson 2009:5).

## 4 Diabeettinen retinopatia ja makulopatia

Diabeettinen retinopatia eli verkkokalvon sairaus voi ilmetä useissa eri muodoissa. Sen aiheuttamat muutokset silmänpohjalla voivat esiintyä erilaisina yhdistelminä (Summanen 2015). Seuraavaksi esitellään diabeettisen retinopatian eri muotoja, jotka on luokiteltu niihin liittyvien löydösten sekä vaikeusasteen perusteella.

### 4.1 Retinopatian muodot

Taustaretinopatialla tarkoitetaan diabeteksen aiheuttamia varhaisimpia lieviä silmänpohjamuutoksia. Niitä ovat mikroaneurysmat eli hiussuonten pullistumat ja verenvuodot, joita näkyy kuviossa 1. Taustaretinopatian muutokset ilmenevät usein kauempana foveasta, minkä vuoksi ne uhkaavat vähemmän keskeistä näköä. Nämä muutokset ovat niin pieniä, etteivät ne vaikuta näkemiseen, joten henkilö ei itse pysty niitä havaitsemaan. Näin ollen diabeetikoiden silmänpohjakuvaus onkin erittäin tärkeää. (Manneri 2010; Dodson 2009: 45–46). Muita taustaretinopatiaan kuuluvia löydöksiä ovat mikroinfarktit eli pumpulipesäkkeet, lipidit eli eksudaatit, verkkokalvon turvotus, laskimomuutokset eli venopatia sekä IRMA-muutokset (intraretinal microvascular abnormalities) (Käypä hoito -suositus 2014; Optos 2016b).



Kuvio 1. Lieviä taustaretinopatian verenvuotoja verkkokalvon reuna-alueilla (Optos 2016b)



Taustaretinopatiassa silmänpohjamuutosten eteneminen voidaan vielä pysäyttää tai sitä voidaan hidastaa, jos verensokeri ja verenpaine saadaan laskemaan. On myös mahdollista, että varhaiset muutokset paranevat hoitotasapainon myötä. Taustaretinopatian etenemisessä on havaittu eroavaisuuksia diabeteksen eri tyyppien välillä. Tyypin 1 diabeteksessa muutokset ilmenevät myöhemmin ja etenevät hitaammin, kun sokeritasapaino on hyvä. Tyypin 2 diabeteksessa taas retinopatian riskin on todettu pienentyneen, kun verenpaine on sopivalla tasolla. Kuitenkin monilla tyypin 2 diabeetikoilla retinopatia todetaan jo samaan aikaan sairauden kanssa, koska verensokeri ja verenpaine ovat saattaneet olla koholla kauan. Korkeat verensokeri ja verenpaine aiheuttavat verisuonien räsitusta sekä verkkokalvon pienten verisuonien vaurioitumista. (Manneri 2010.) Tässä retinopatian vaiheessa onkin tärkeää huomioida verensokeri ja kontrolloida verenpaine (Dodson 2009: 45).

Proliferatiivisella retinopatialla tarkoitetaan retinopatian muotoa, jossa esiintyy taustaretinopatiaan kuuluvien löydösten lisäksi myös uudissuonia. Yksikin uudissuoni näköhermon nystyssä tai verkkokalvolla riittää määritelmän täyttymiseen. (Summanen 2015.) Muita proliferatiivisessa muodossa esiintyviä silmänpohjamuutoksia ovat preretinaalinen tai lasiaisverenvuoto, fibrovaskulaarinen muutos sekä verkkokalvon vetoirtauma (Käypä hoito-suositus 2014). Rhegmatogeeninen verkkokalvon irtauma on myös mahdollinen (Summanen 2015). Löydökset esitellään erikseen luvussa 5. Kuviossa 2 on yleiskuva silmänpohjasta proliferatiivisessa retinopatiassa, jossa on jo havaittavissa useita eri muutoksia.

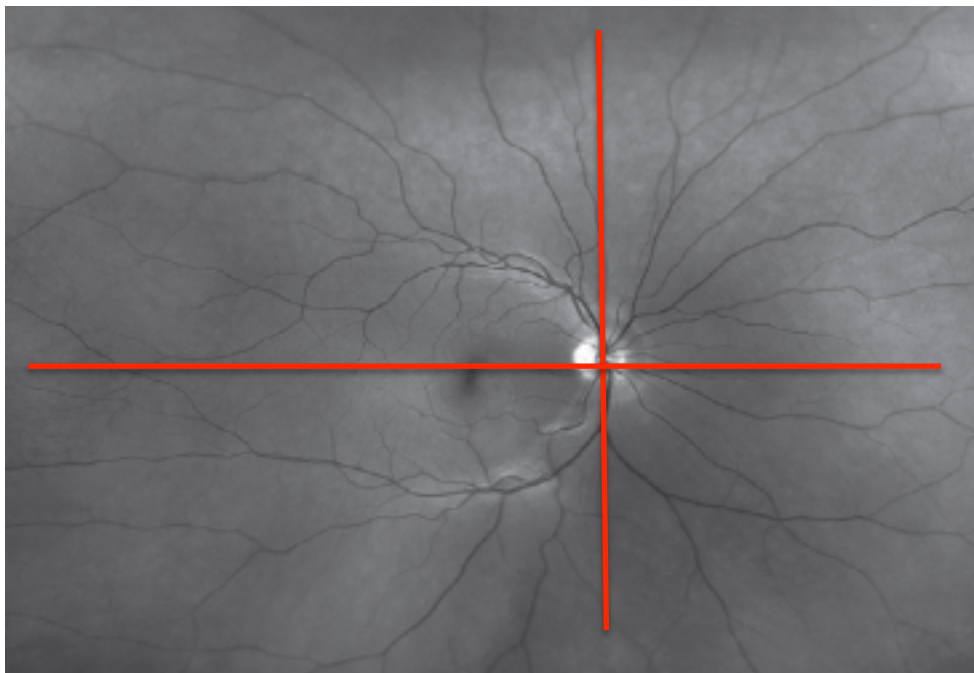


Kuvio 2. Proliferatiivinen retinopatia, jossa useita muutoksia silmänpohjalla (Optos 2016b)

#### 4.2 Retinopatian eri vaikeusasteet ja luokittelu

Diabeettisen retinopatian löydösten arvioimiseksi on luokituksia, jotta voidaan arvioida eri silmänpohjan muutosten merkittävyys ja retinopatian sekä makulopatian vaikeusaste. Luokituksia on ollut erilaisia ja ajan myötä niitä on kehitetty käytännönläheisemmäksi sekä moniammatilliseksi työkaluksi. Luokituksia voidaan käyttää apuna niin kliinisessä työssä kuin seulonnassa. (Summanen – Von Wendt 2007.) Silmänpohjamuutosten tarkastelussa on myös huomioitava, että jotkin muutkin sairaudet voivat aiheuttaa samankaltaisia muutoksia silmänpohjalle kuin diabeettinen retinopatia. Tällaisia sairauksia voivat olla esimerkiksi verenpainetauti tai kostea silmänpohjan ikärappeuma. (Käypä hoito -suositus 2014).

Silmänpohjan tutkimisen helpottamiseksi silmänpohja jaetaan neljään eri osaluueeseen eli neljänneksiin. Näin ollen löydösten merkittävyys ja paikantaminen helpottuvat. Silmänpohja jaetaan neljään eri osaan papillan kohdalta pysty- ja vaakasuunnassa. Kuviossa 3 on havainnollistettu oikean silmän silmänpohjakuva, joka on jaettu neljänneksiin. Tätä jaottelua kutsutaan Airlie House -luokitukseksi. (Summanen – Von Wendt 2007.)



Kuvio 3. Silmänpohjan neljännekset (Optos 2016b)

Nykyisen retinopatian luokittelun pohjana on osaksi käytetty Airlie House, DRS (Diabetic Retinopathy Study) sekä ETDRS (Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study) -luokittelua (Summanen – Von Wendt 2007). Viimeaikaisessa tutkimuksessa on kuitenkin korostettu verkkokalvon periferian eli reuna-alueen tarkkailua diabeettisen retinopatian etenemiseen. Periferia jää ETDRS-luokituksen alueiden ulkopuolelle. (Optos 2016b). Silmänpohjan muutoksia arvioitaessa voidaan hyödyntää 4-2-1 -sääntöä, jonka avulla eri neljänneksissä ilmenevien löydösten määrää ja laatua arvioidaan. (Summanen – Von Wendt 2007.)

Säännön mukaan preproliferatiivinen eli vaikea taustaretinopatia ilmenee kun kaikissa neljänneksissä on havaittavissa vuotoja ja mikroaneurysmia, selvä venopatia kahdessa neljänneksessä tai yksi IRMA muutos yhdessä neljänneksessä (ks. taulukko 1). Jos ainakin kaksi näistä säännöistä ilmenee on kyseessä proliferatiivinen retinopatian muoto. (Summanen – Von Wendt 2007.) Taulukossa 1 voidaan nähdä tarkemmin retinopatian eri vaikeusasteet ja niissä ilmenevien löydösten laajuus.

Taulukko 1. Retinopatian eri vaikeusasteet (Summanen – Von Wendt: 2007)

<b>Retinopatian vaikeusaste</b>	<b>Löydökset</b>
Ei näkyvää retinopatiaa	Ei löydöksiä
Lievä taustaretinopatia	Mikroaneurysmia verkkokalvolla(verisuonen pullistumat)
Kohtalainen taustaretinopatia	Seuraavia löydöksiä: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Satunnaisia sisäisiä vuotoja verkkokalvolla (määrällisesti alle 20)</li> <li>• Venopatiaa yhdessä neljänneksessä</li> </ul>
Preproliferatiivinen eli vaikea taustaretinopatia	Vähintään seuraavia löydöksiä havaittavissa: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yli 20 sisäistä vuotoa verkkokalvolla kaikissa neljänneksissä</li> <li>• Venopatiaa kahdessa neljänneksessä</li> <li>• IRMA muutoksia yhdessä neljänneksessä</li> </ul>

Proliferatiivinen retinopatia	Havaittavissa ainakin yksi seuraavista muutoksista: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uudissuonitusta eli neovaskularisaatio</li> <li>• Lasiaisvuoto</li> <li>• Preretinaalinen vuoto (vuoto verkkokalvon pinnalla)</li> <li>• Fibrovaskulaarinen muutos (arpikalvo)</li> <li>• Verkkokalvon vetoirtauma</li> </ul>
-------------------------------	--

#### 4.3 Pitkälle edennyt diabeettinen silmäsairaus

Kun proliferatiivinen retinopatia on edennyt keskeisen alueen verkkokalvon vetoirtaumaan, uudissuoniglaukoomaan tai laajaan lasiaisen tiiviseen verenvuotoon, puhutaan pitkälle edenneestä diabeettisesta silmäsairaudesta. Jos hapenpuutos on hyvin vaikeaa, uudissuonia voi syntyä myös jopa iirikseen eli värikalvoon ja kammiokulmaan, mikä voi johtaa lopulta uudissuoniglaukoomaan. Kun uudissuonia syntyy värikalvolle, sitä kutsutaan iirisrubeosiksi. Uudissuoniglaukooma voi aiheuttaa voimakasta silmäkipua. Jos uudissuonitusta muodostuu näköhermon nystyyn, on jo kyse koko verkkokalvon hapenpuutteesta. (Käypä hoito -suositus 2014.) Diabeettisen retinopatian kehittyessä pidemmälle uudissuonitus saattaa aiheuttaa arpeutumista (gliosis), kun kuitumaista kudosta muodostuu uudissuonien ympärille. Tämä kudosa voi lopulta supistua, jolloin seurauksena voi olla verkkokalvon vetoirtauma. (Dodson 2009.) Verkkokalvoirtauksia käsitellään erikseen luvussa 5.5.

#### 4.4 Makulopatia ja sen arviointi

Diabeettinen makulopatia tarkoittaa näköä uhkaavia makulan alueen muutoksia, joita voi esiintyä missä tahansa diabeettisen retinopatian luokissa (Summanen – Von Wendt 2007). Makulopatiassa syntyy turvotusta verkkokalvolle. Sen on todettu lisääntyvän, kun retinopatia etenee ja muuttuu vaikeammaksi. Makulopatiaa voidaan luokitella sen mukaan, kuinka laajalla alueella turvotus sijaitsee tarkan näkemisen keskipisteeseen nähden (ks. taulukko 2). (Käypähoito -suositus 2014.)

Turvotus (diabetic macular edema) voi olla fokaalista eli paikallista, jolloin sen alkupe-  
ränä ovat tihkuvat mikroaneurysmat tai IRMA:t, tai diffuusia eli laaja-alaista turvotusta,

jolloin alkuperänä voivat olla laajentuneet, tihkuvat suonet tai IRMA tai molemmat. Turvotus voi olla myös iskeemistä eli siinä vaikean suonitukoksen jäljiltä olevat suonet tai sen ympärillä olevat suonet tihkuvat makulan alueelle. Sekamuotoinen turvotus on yhdistelmä kaikista kolmesta muodosta. Makulaturvotuksen lisäksi voi ilmetä kystistä eli rakkulaista turvotusta. Makulaturvotusta voi pahentaa tai aiheuttaa arpikalvo, lasiais-kalvon paksuuntuminen sekä epätäydellinen lasiaisirtauma. (Summanen – Von Wendt 2007.)

Taulukko 2. Taulukossa esitellään makulopatian vaikeusasteet ETDRS- tutkimuksen mukaan. (Summanen – Von Wendt: 2007)

<b>Makulopatian vaikeusasteet</b>	<b>Löydökset</b>
Ei makulaturvotusta	Ei verkkokalvonturvotusta tai lipidikertymiä temporaalisten valtimohaarojen välisellä alueella
Makulaturvotusta	Verkkokalvo turvonnut ja lipidikertymiä temporaalisten valtimohaarojen välisellä alueella
Lievä makulopatia	Verkkokalvo turvonnut tai lipidikertymiä temporaalisten valtimohaarojen välisellä alueella, ei kuitenkaan makulan keskialueella (fovea)
Kohtalainen makulopatia	Verkkokalvon turvotusta ja lipidikertymiä, jotka lähenevät foveaa mutta eivät ulotu siihen
Vaikea makulopatia	Verkkokalvon turvotus tai lipidikertymiä foveassa

#### 4.5 Diabeteksen aiheuttama näkövammaisuus

Diabeettinen retinopatia aiheuttaa näkövammaisuutta ja se on yhä viidenneksi yleisin näkövamman aiheuttaja Suomessa. Aiemmin diabetes on ollut yksi yleisimpiä sokeuden aiheuttajia. Diabeteksen ja retinopatian hoitojen kehittymisen myötä sokeutumisen riski on pienentynyt. Diabeteksen vuoksi näkövammaisten henkilöiden joukossa sokeutumisen määrä on puolittunut vuosina 1990–2000. Työikäisten eli 18–64-vuotiaiden henkilöiden kohdalla diabeettista retinopatiaa pidetään nykyisin yhtenä tärkeimmistä näkövammaisuutta aiheuttavista syistä, ja se on muodoltaan useimmiten proliferatiivis-

ta. Ikääntyneillä yli 65-vuotiailla henkilöillä retinopatia on kolmanneksi merkittävin syy näkövammaisuuteen, ja sen muoto on yleisimmin ei-proliferatiivinen. (Näkövammaisten liitto ry n.d, a; Käypä hoito -suositus 2014.)

Näkövammaisuus on määritelty WHO:n eli Maailman terveysjärjestön luokituksen perusteella, ja määrittelyn henkilön näkövammaisuudesta tekee silmälääkäri. Näkövammaisuus voi olla joko heikkonäköinen tai sokea. Näkövammaisuuden henkilön näkökykyä ei pystytä korjaamaan silmälaseilla. Jos henkilön toisessa silmässä näkö on normaali, häntä ei luokitella näkövammaiseksi. Heikkonäköisellä ”paremman silmän laseilla korjattu näöntarkkuus on heikompi kuin 0,3”. Sokeaksi määritellään henkilö, jolla ”paremman silmän laseilla korjattu näöntarkkuus on alle 0.05 tai näkökenttä supistunut halkaisijaltaan alle 20 asteeseen, tai jos toiminnallinen näkö on jostain muusta syystä vastaavalla tavalla heikentynyt”. Heikkonäköisyys voi olla erilaista eri henkilöillä: heikkonäköinen voi nähdä lukea, muttei näe ympäristöään, tai päinvastoin. (Näkövammaisten liitto ry n.d, b.)

Diabeettinen retinopatia voi olla uhka näölle, kun se on muodoltaan vaikeaa taustaretinopatiaa, proliferatiivista retinopatiaa tai makulaturvotusta. Makulopatia on näköä uhkaavaa, koska muutokset ilmenevät siinä tarkan näkemisen alueella. (Käypä hoito -suositus 2014.)

#### 4.6 Retinopatian riskitekijät

Silmänpohjamuutosten ilmeneminen riippuu sairastamisen kestosta ja diabeteksen tyypistä. Tyypin 1 diabetesta 20 vuotta sairastaneista henkilöistä jo noin 90%:lla havaitaan silmänpohjamuutoksia, jos diabetekseen on sairastuttu alle 30-vuotiaana. Tyypin 2 diabeteksen kohdalla taas noin 30%:lla potilaista on silmänpohjanmuutoksia jo diagnoosivaiheessa. (Käypä hoito -suositus 2014.)

Sairauden pitkäkestoisuus lisää retinopatian esiintyvyyttä, mutta jokaiselle potilaalle ei kuitenkaan kehity retinopatiaa. (Käypä hoito -suositus 2014.) Kun diabeteksen aiheuttamat verkkokalvomuutokset havaitaan ajoissa, niiden hoito on helpompaa, ja näön heikentyminen saadaan pysäytettyä (Lahti 2012). Hoitamattomana proliferatiivinen retinopatia johtaa sokeutumiseen suurimmalla osalla potilaista noin 5–10 vuoden aikana (Käypä hoito -suositus 2014).

Lisäksi sairastumisiällä on merkitystä retinopatian kehittymiseen sekä tasoon: Tyypin 1 diabetekseen ennen murrosikää sairastuneille silmänpohjamuutokset ilmaantuvat aiemmin. Tyypin 1 diabetesta sairastaville lapsille retinopatiaa ei yleensä kehity ennen 10 vuoden ikää. Tiedetään myös, että alle viiden vuoden iässä sairastuneiden riski saada laserointia vaativa makulaturvotus on pienempi kuin murrosiän jälkeen sairastuneilla, joilla riski on kaksinkertainen. Proliferatiivisen retinopatian riski on suurempi niillä, jotka ovat sairastuneet tyypin 1 diabetekseen alle 15-vuotiaina, verrattuna 15–40-vuotiaina sairastuneisiin. Myös tyypin 2 diabeteksessa vanhemmassa iässä sairastuminen vähentää retinopatian syntymisen riskiä. (Käypähoito -suositus 2014.)

Verenpaineen kohoaminen ja veren rasva-arvot vaikuttavat retinopatian syntyyn (Summanen 2015). Muita retinopatian kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi tupakointi, keskivartalolihavuus, diabeteksen aiheuttama munuaissairaus sekä perintötekijät (Manneri 2010). On epäselvää, miten tupakointi vaikuttaa retinopatiaan, mutta sen on todettu olevan makrovaskulaarisen sairauden riskitekijä. Myös puberteetti ja perheenjäsenten diabeettinen retinopatia lisäävät riskiä sairastua. Sen sijaan silmänpohjalla olevien arpien ja atrofian on todettu vähentävän retinopatiaa. (Käypä hoito -suositus 2014).

## 5 Diabeteksen aiheuttamat silmnpohjamuutokset

Tässä osiossa esitellään diabeetikon silmnpohjalla olevia muutoksia retinopatian eri vaiheissa. Löydösten yhteyteen on laitettu niiden nimitykset myös englanniksi. Tärkeimmät löydökset löytyvät sähköisestä oppaasta, joka on työn liitteenä. Opas on julkaistu myös verkossa Issuu.com -julkaisualustassa, jossa se on kaikkien luettavissa.

### 5.1 Optomap-kuvat

Käytämme opinnäytetyössämme Optoksen optomap-silmnpohjankuvia. Optoksen valmistamat laitteet toimivat UWF- eli Ultra Widefield -laserteknologialla, joka kuvaa eri aallonpituuksien (nm) avulla silmnpohjaa (Optos 2016c). Tämä mahdollistaa, että eri verkkokalvon rakenteita voidaan tarkastella tarkemmin kerroksittain. (Optos 2016a.) Optoksen laitteilla saatavat optomap-kuvat ovat korkean resoluution digitaalisia kuvia, joissa näkyy verkkokalvosta hyvin laaja, noin 82% / 200° vastaava alue, jota ei pystytä kuvaamaan muilla laitteilla (Optos 2016b).

Vihreä laser (532 nm) skannaa neurosensorisesta kerroksesta pigmenttiepiteelikerrokseen asti (Optos 2016a). Laserin avulla saadaan esille verisuonimuutokset, drusenit sekä eksudaatit. Vihreä laser tarjoaa erinomaisen kontrastin ja hyvän yleisnäkymän silmnpohjasta. (Bennett 2013.) Vihreän laserin kuvaaman tason tarkastelusta käytetään esiteltyjen löydöskuvien yhteydessä nimitystä vihreä suodatin.

Punainen laser (633 nm) skannaa pigmenttiepiteelikerroksesta suonikalvolle asti. Punainen laser tuo esiin suonikalvon muutokset kuten pigmenttihäiriöt, suonikalvon repeämät, luomet ja melanoomat. (Bennett 2013.)

Sininen laser (488 nm) ulottuu hermosykerrokseen asti. Tämän lisäksi kuvasta voi erotella autofluoresiinisuodatteisen kuvan, jonka avulla voidaan arvioida aineenvaihdunnan muutoksia. (Optos 2016a). Sinisen laserin kuvassa voi erityisesti tulla esille kaihi, sarveiskalvon turvotus, lasiaissementuma tai jokin muu valon kulkua muuttava rakenne, joka saa aikaan sumuisen ja epätarkan silmnpohjakuvan. (Bennett 2013.)

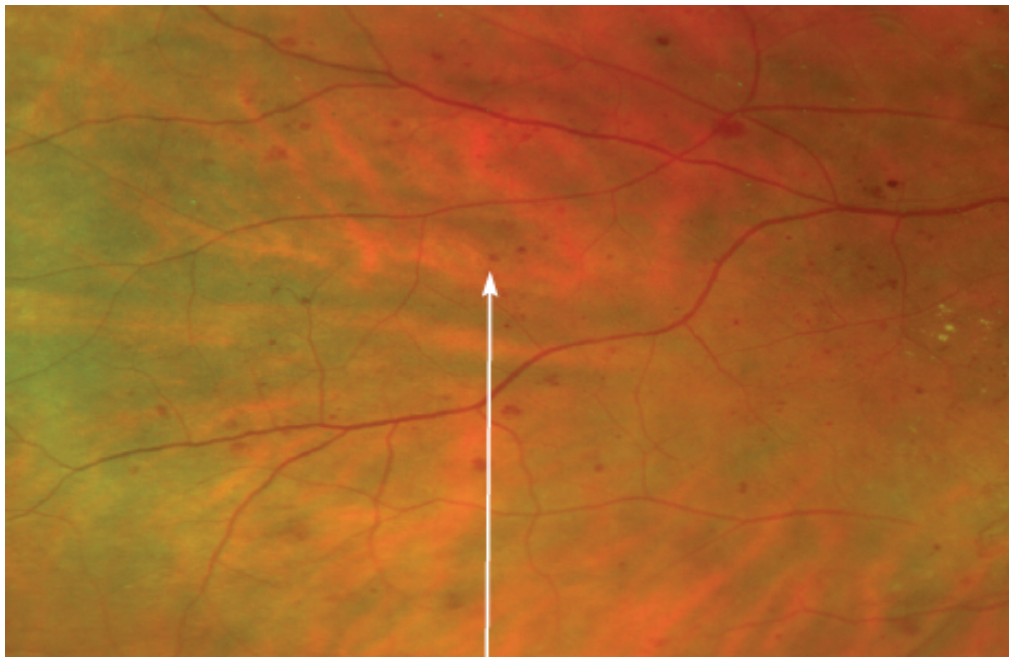


Artefaktat linssissä voivat aiheuttaa kuvan epätarkkuutta, heijastuksia tai muodostaa kuvaan patologisia löydöksiä muistuttavia muutoksia. Toistamalla kuvaus saadaan varmuutta löydösten oikeaan tulkintaan. (Dodson 2009: 100-101.)

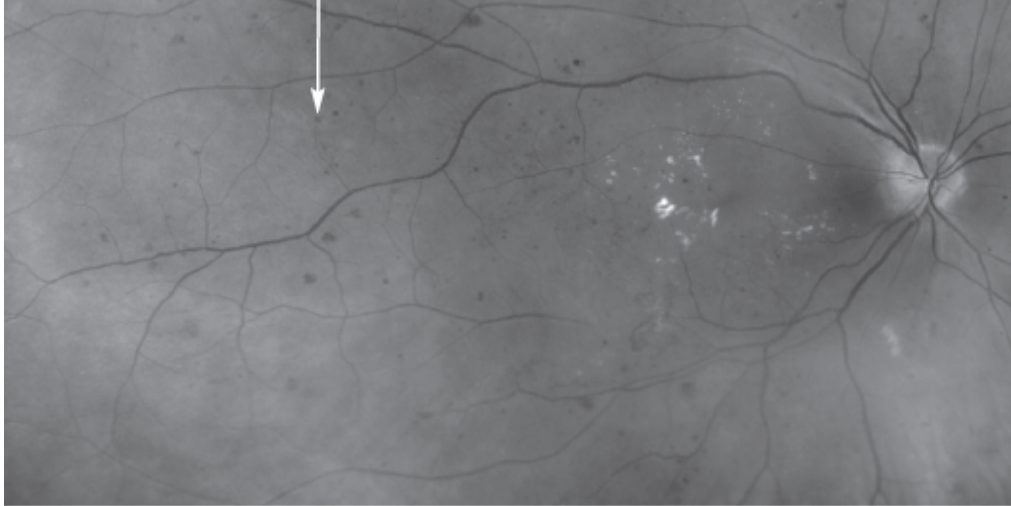
## 5.2 Löydökset lievässä taustaretinopatiassa

### Mikroaneurysmat eli verisuonten pullistumat

Mikroaneurysmat (microaneurysms) ovat hapenpuutteesta johtuvia muutoksia, jotka näkyvät silmänpohjassa pyöreinä tai soikeina pisteinä. Mikroaneurysmat syntyvät verisuonten seinämien heikentyessä diabeteksen vaikutuksesta. Niitä voi ilmetä yksinään tai laajasti levinneenä silmänpohjassa tai verisuonten päättymiskohdissa. (Dodson 2009: 46.) Kuviossa 4 nähdään mikroaneurysmia nuolten osoittamissa kohdissa värikuvassa. Kuviossa 5 samat muutokset näkyvät vihreän suodattimen kautta tarkasteltuna. Mikroaneurysmat voivat pysyä muuttumattomina kuukausia (Saari 2011: 237.)



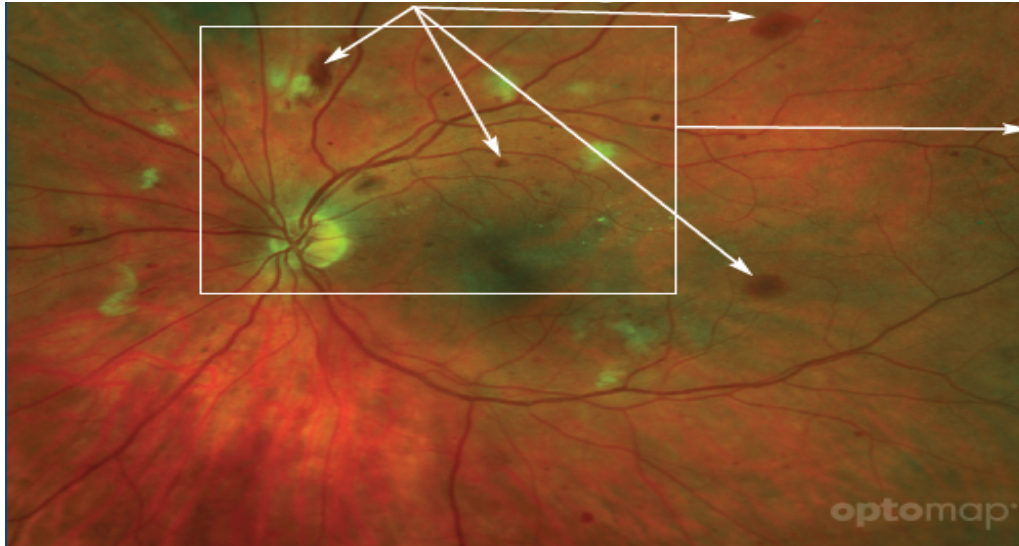
Kuvio 4. Mikroaneurysma nuolen osoittamassa kohdassa (Optos 2016b)



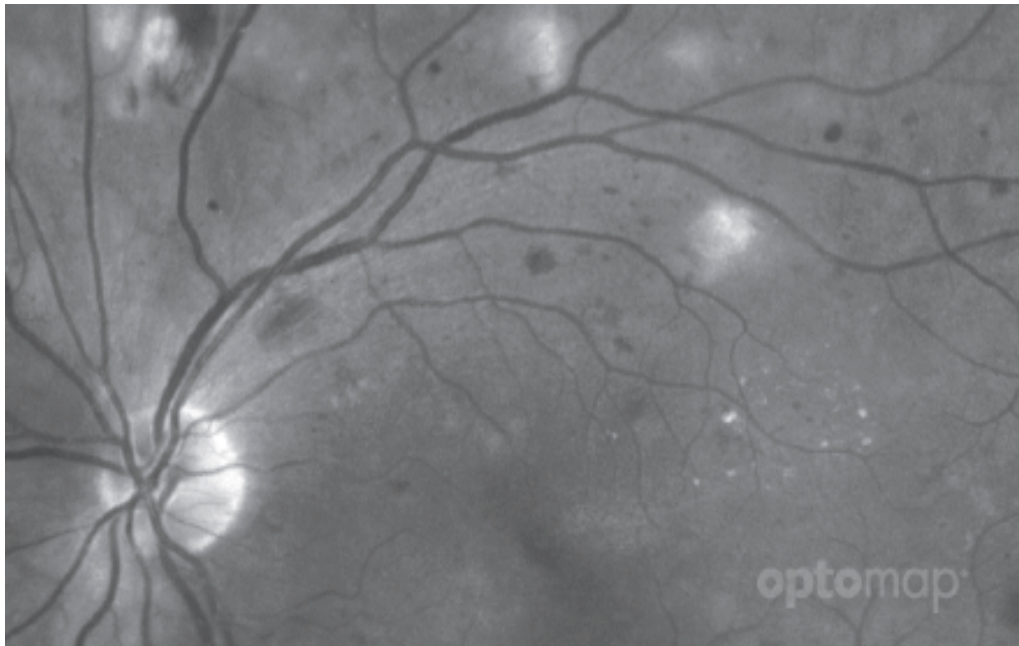
Kuvio 5. Mikroaneurysma nuolen osoittamassa kohdassa vihreän suodattimen kautta tarkasteltuna (Optos 2016b)

### Verenvuodot

Verkkokalvolla olevat verenvuodot (hemorrhages) ovat seurausta repeämästä tai vuodosta hiussuonissa. Nämä hiussuonet sijaitsevat syvemmillä kuin mikroaneurysmat ja sen vuoksi verenvuotojen läpimitta suurempi. (Dodson 2009: 46; American Optometric Association 2014.) Löydökset ovat muodoltaan epäsäännöllisiä ja täpläisiä. Liekkinäiset verenvuodot viittaavat vuotoon hermosäikekerroksessa. (Forrester ym. 2008: 480–481.) Pienet ja pyöreänmuotoiset verenvuodot sijaitsevat yleensä verkkokalvon ulommassa verkkomaisessa kerroksessa (Optos 2016b). Verenvuotoja näkyy värikuvassa kuviossa 6. Samat verenvuodot näkyvät vihreän suodattimen avulla lähemmin kuviossa 7.



Kuvio 6. Verenvuotoja nuolten osoittamissa kohdissa (Optos 2016b)

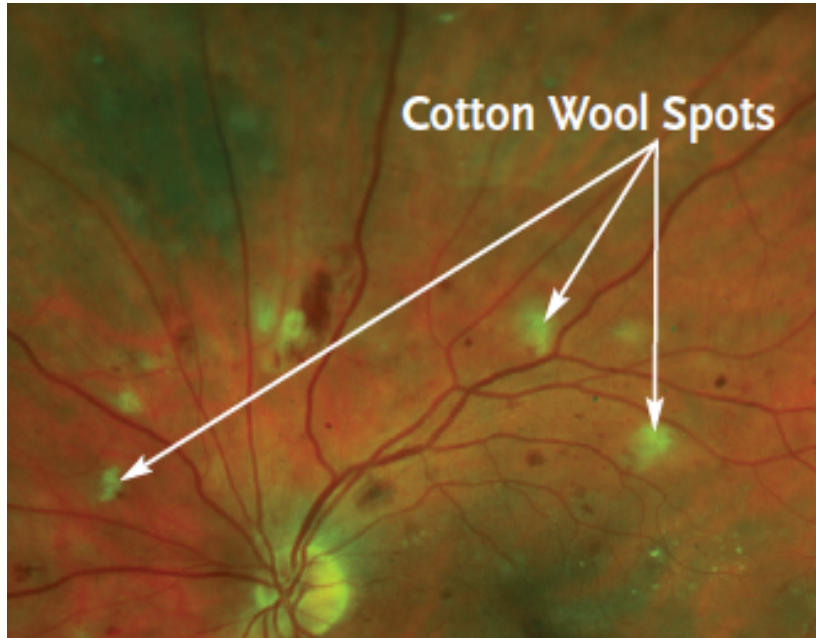


Kuvio 7. Verenvuodot lähemmässä tarkastelussa vihreän suodattimen kautta tarkasteltuna (Optos 2016b)

#### Mikroinfarktit eli pumpulipesäkkeet

Mikroinfarktit eli pumpulipesäkkeet (cotton wool spots) ovat vaaleita tai kellertäviä pumpulimaisia turvotusalueita verkkokalvolla (ks. kuvio 8). Mikroinfarktit syntyvät aksonivirtauksen pysähtyessä hermosäiekerroksessa. (Summanen–Wendt: 2007; Optos

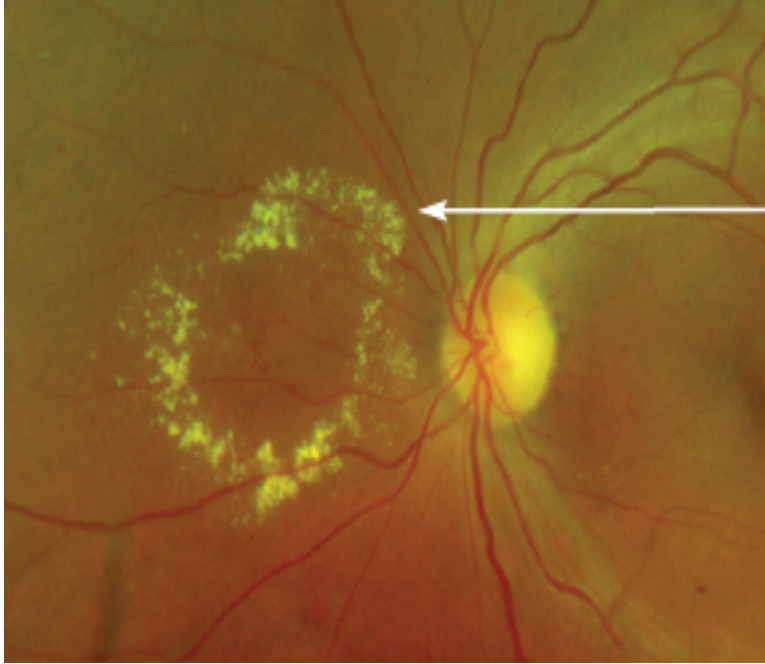
2016b.) Mikroinfarkteja voi ilmetä yksinään tai lähellä mikroaneurysmia sekä verenvuotoja. Mikroinfarktut voivat syntyä myös kohonneen verenpaineen, raskauden tai ehkäisytablettien käytön aiheuttamana. (Dodson 2009: 48.)



Kuvio 8. Mikroinfarkteja nuolten osoittamissa kohdissa

## Lipidit

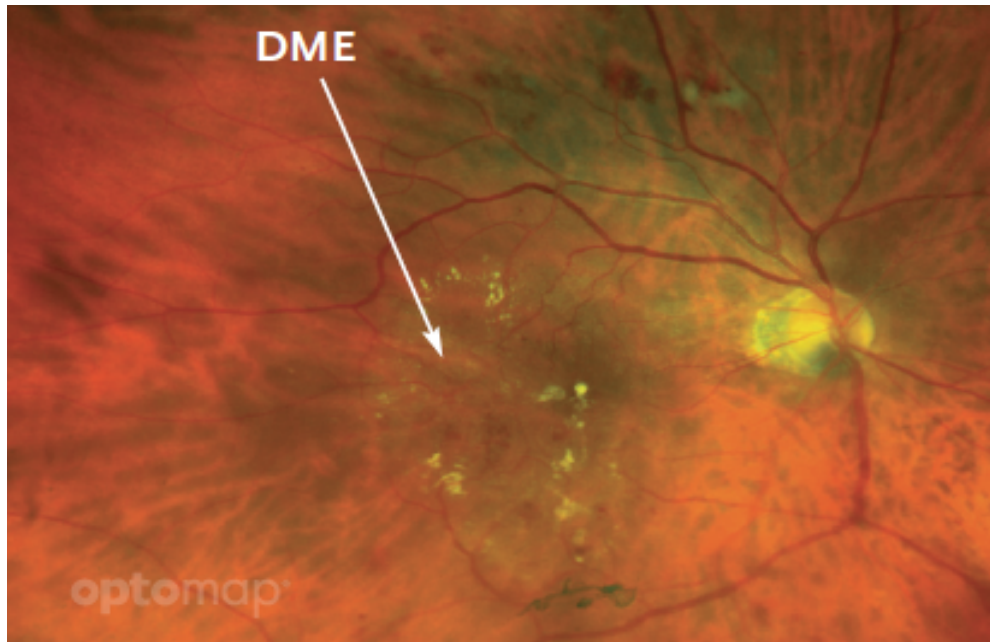
Lipidit (exudates) syntyvät plasman tihkuessa hiussuonten endoteelin läpi. Lipideitä kutsutaan myös lipoproteiineiksi tai eksudaateiksi. (Dodson 2009: 47.) Lipidit muodostuvat proteiinista ja rasvasta (Optos 2016b). Ne ovat muodoltaan tarkkarajaisia ja ovat joko yksittäin tai rengasmaisia muodostelmia verkkokalvolla. Rengasmaisen lipidimuodostelma näkyy kuviossa 9. (Dodson 2009: 47.) Makulan alueella lipidit viitaavat makulopatiaan. Ne voivat olla muodoltaan myös viivamaisia, ympyröitä tai tähteä muistuttavia muodostelmia. Lipidejä ei tule sekoittaa druseneihin, joka on normaali ikääntyvän silmän pohjan löydös. (Dodson 2009: 47; Forrester ym. 2008: 480–481.) Druseneista kerrotaan lisää luvussa 5.6, jossa esitellään muita yleisiä löydöksiä diabeetikon silmän pohjalla.



Kuvio 9. Lipidejä rengasmaisena muodostelmana nuolen osoittamassa suunnassa

### Verkkokalvon turvotus

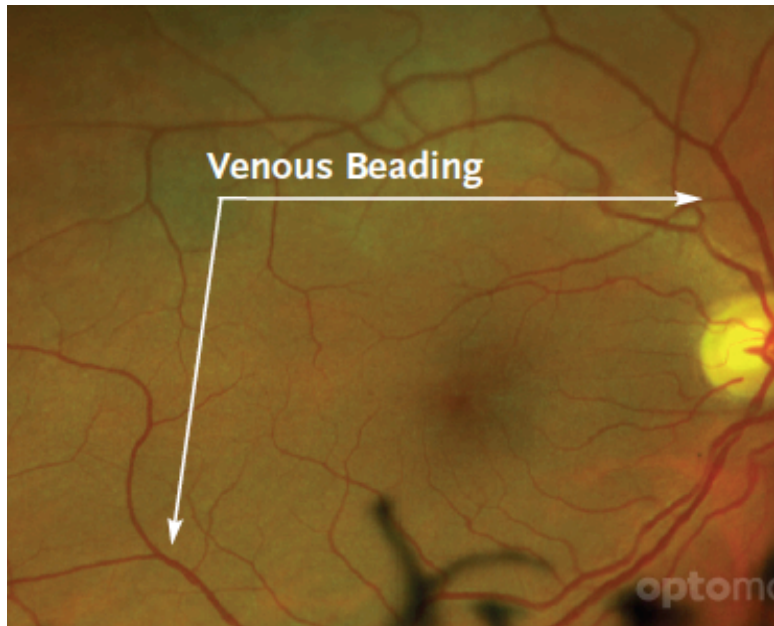
Turvotus näkyy verkkokalvon paksuuntumisena. Endoteelin tai pigmenttiepiteelin toimintahäiriö saa aikaan makromolekyylien ja plasman kertymisen verkkokalvolle. Paksuuntunut verkkokalvo on väriltään harmahtava. (Summanen – Wendt: 2007.) Verkkokalvon turvotusta voi olla myös makulan alueella (ks. kuvio 10), jolloin siitä käytetään nimitystä makulaturvotus. Makulaturvotusta (diabetic macular edema) ei voida havaita kaksikulotteisilla kuvilla, vaan sen tutkiminen vaatii kolmiulotteisen kuvauksen tai näkyvän biomikroskooppitutkimuksella. (Dodson 2009: 50–51.)



Kuvio 10. Makulaturvotusta nuolen osoittamalla alueella (Optos 2016b)

### Venopatia

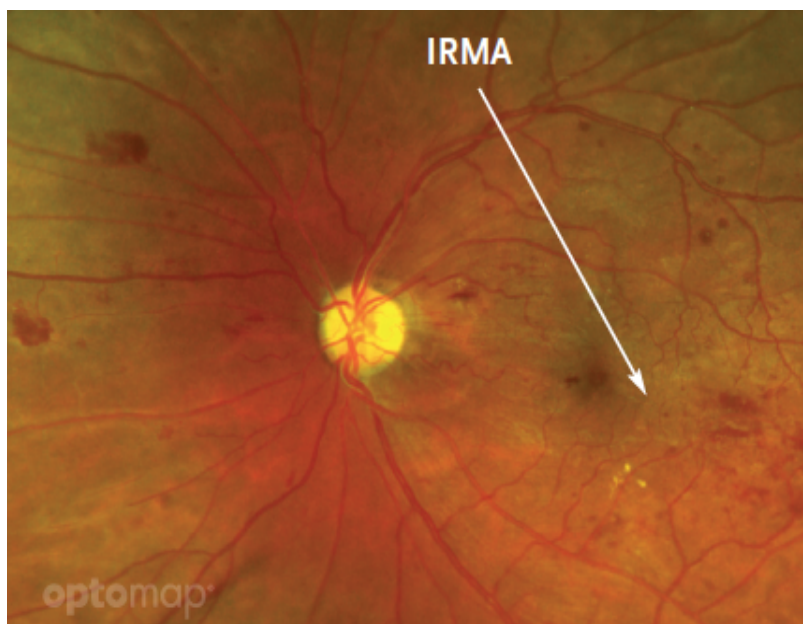
Venopatiaa (venous beading) ilmenee verkkokalvon hapenpuutteen edetessä, jolloin se johtaa myös verkkokalvon uudissuonituksen muodostumiseen. Venopatiassa laskimoiden seinämät ovat muodoltaan helminauhamaisia ja niissä voi ilmetä silmukoita eli venaloopeja (ks. kuvio 11). Laskimon helminauhamaisuus näkyy verisuonen ontelon epäsäännöllisenä kapenemisena sekä laajentumisena verkkokalvon pikkulaskimoissa. Se on seurausta hapenpuutteen aiheuttamista tukkeumista hiussuonistosta. (Dodson 2009: 63.)



Kuvio 11. Venopatiaa nuolten osoittamissa kohdissa (Optos 2016b)

#### IRMA-muutokset

IRMA -muutokset (intraretinal microvascular abnormalities) tarkoittavat epänormaalia suonien haarautumista sekä laajentumista (ks. kuvio 12). Muodostelmia voi havaita usein tukkeutuneiden hiussuonten ympäröivillä alueilla. IRMA -muutoksia on joskus vaikea erottaa uudissuonituksesta. (Dodson 2009: 62.)



Kuvio 12. IRMA-muutosta nuolen osoittamassa kohdassa (Optos 2016b)

### 5.3 Löydökset proliferatiivisessa retinopatissa

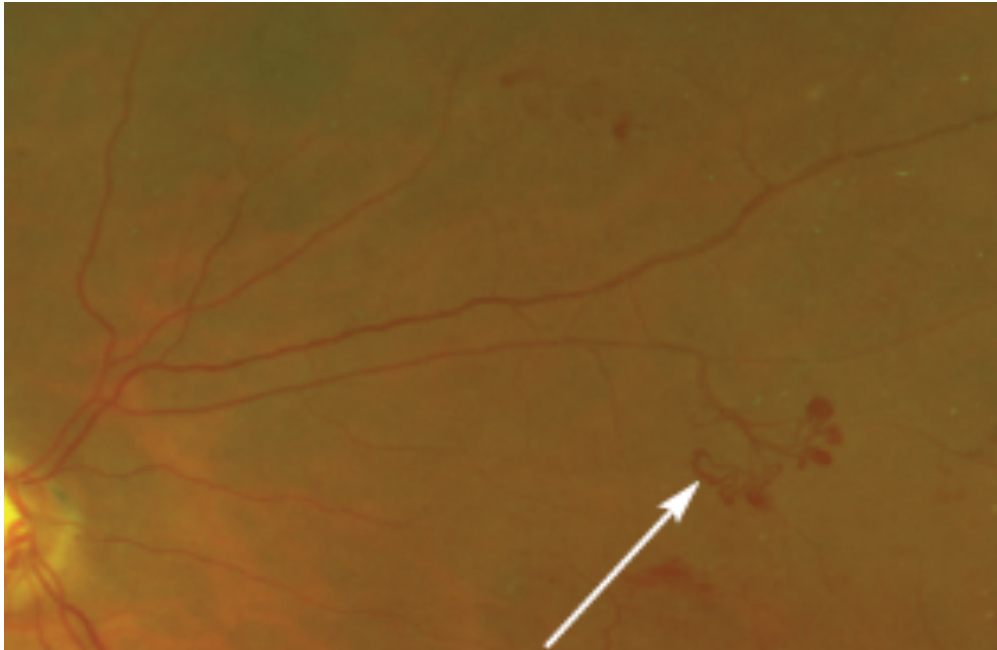
#### Uudissuonitus

Hiussuonten tukkeumat aiheuttavat hapenpuutetta verkkokalvolla, jolloin verisuonten endoteelin kasvutekijä (VEGF) lisääntyy. Hapenpuute stimuloi uudissuonten muodostumista. (Neely – Gardner: 1998). Ensin vain hiussuonet tukkeutuvat, mutta edenneessä vaiheessa lisäksi valtimo- ja laskimohaarat tukkeutuvat, mikä aiheuttaa uudissuonituksen kasvutekijöiden muodostumista (Summanen 2015). Hiussuonet kulkevat usein sekä laskimoiden että valtimoiden yli, mikä viittaakin suonten säätlemättömään kasvuun (Dodson 2009: 65).

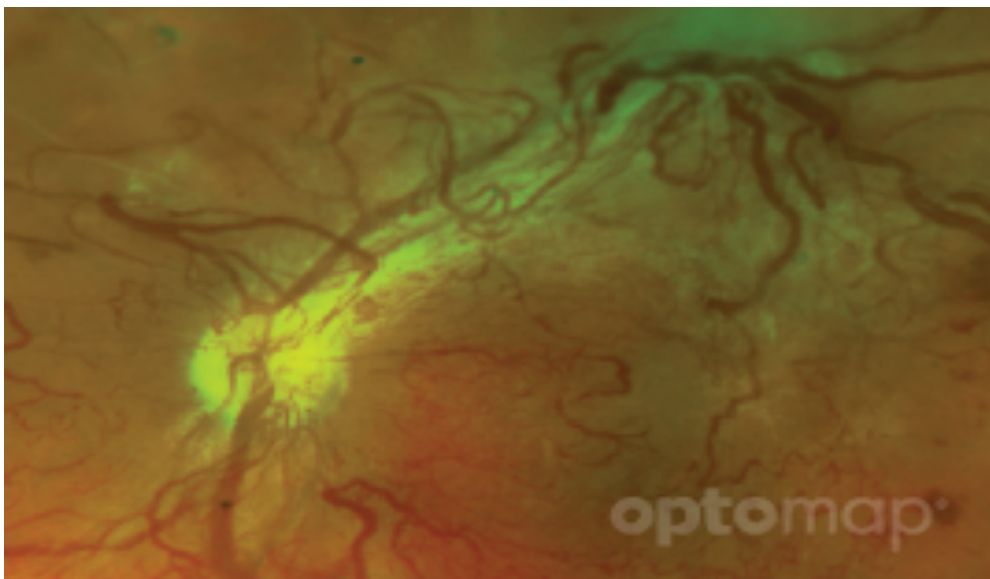
Retinopatiassa uudissuonitusta voi muodostua verkkokalvolle (ks. kuvio 13) tai näköhermon päähän (ks. kuvio 14) (Käypähoito -suositus 2014). Uudissuonitus on erilaista verrattuna alkuperäisiin verisuoniin, sillä se poikkeaa rakenteen kannalta normaalista verisuonistosta (Summanen – Von Wendt: 2007). Elimistö pyrkii paikkaamaan hapenpuutetta uudissuonituksella, mutta käytännössä uudissuonitus on haitallisempaa kuin huono hapensaanti. Uudissuonten seinämät ovat hauraita, jolloin ne vuotavat nestettä ympäristöönsä. (Lahti 2012.) Kun uudissuonitus vuotaa verkkokalvon pintaan, sitä kutsutaan preretinaaliseksi vuodoksi. Uudissuonet voivat vuotaa myös lasiaiseen. (Käypä hoito -suositus 2014.)

Uudissuonten kasvu on yleensä etenevää, ja suonet voivat kasvaa jopa normaaleja verisuonia suuremmiksi. On myös mahdollista, että suonten kasvu pysähtyy itsekseen. Tämä voi tapahtua joko hapenpuutteesta johtuvasta verkkokalvon ohenemisesta ja siitä seuraavasta hapen tarpeen vähenemisestä tai hyvästä hoitotasapainosta seuraavasta suonten fibrotisoitumisesta. (Summanen – Von Wendt: 2007.)





Kuvio 13. Uudissuonitusta verkkokalvolla (Optos 2016b)

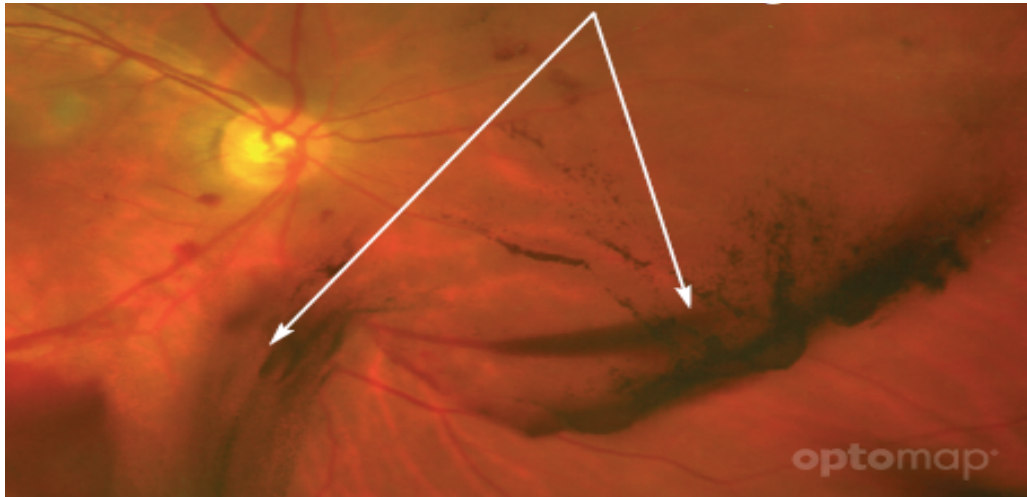


Kuvio 14. Uudissuonitusta näköhermon päässä (Optos 2016b)

### Verenvuodot

Laajemmat, tummanruskeat verenvuodot sijaitsevat verkkokalvon syvemmissä kerroksessa. Ne ovat muodoltaan epäsäännöllisiä sekä epätarkkarajaisia ja saattavat muistuttaa muodoltaan hieman jopa mansikkaa tai vadelmaa. Löydökset viittaavat verkko-

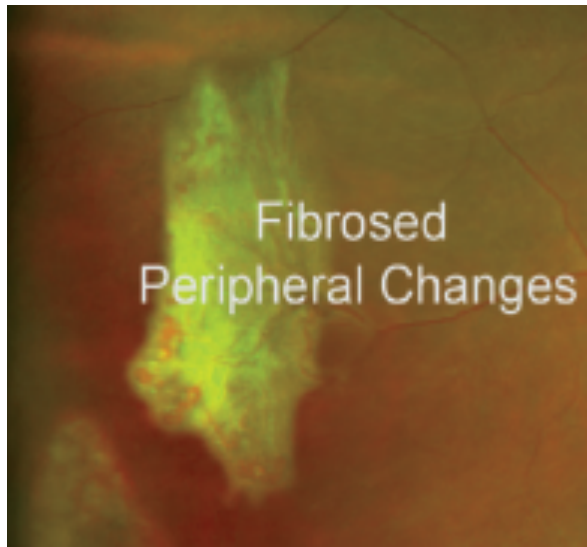
kalvon hapenpuutteeseen. (Dodson 2009: 61.) Preretinaalinen verenvuoto tarkoittaa, että vuoto on verkko- ja lasiaiskalvon välissä. (Käypä hoito- suositus 2014). Uudissuonet ovat herkkiä tihkumaan, mistä voi seurata lasiaisen rakenteen muutosta ja verenvuotoa lasiaiseen (vitreous hemorrhage), jota näkyy kuviossa 15. (Summanen – Von Wendt 2007.)



Kuvio 15. Lasiaisverenvuotoa nuolen osoittamissa kohdissa (Optos 2016b)

#### Fibrovaskulaarinen muutos

Uudissuonten hauraudesta johtuen niiden ympärille kasvaa tueksi arpikudosta (Summanen 2015). Tätä arpikudoksen muodostumista kutsutaan arpikalvoksi eli fibrovaskulaariseksi muutokseksi (Käypä hoito -suositus 2014). Kuviossa 16 on fibrovaskulaarista muutosta periferisellä näköalueella verkkokalvolla.



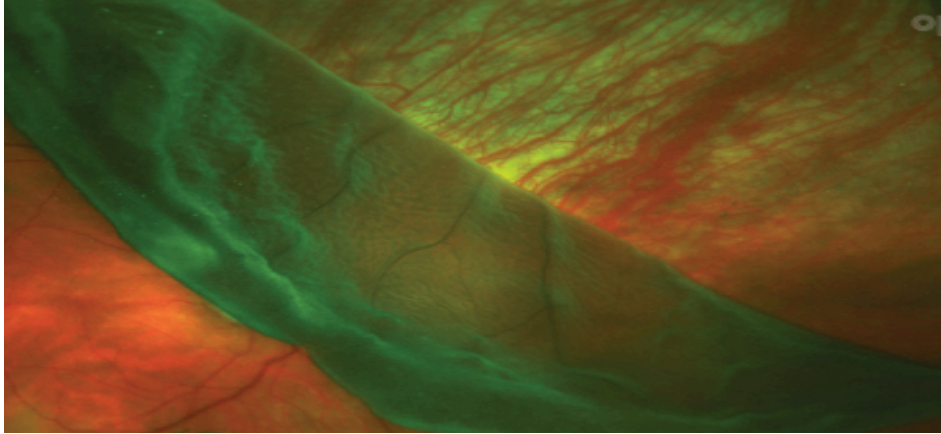
Kuvio 16. Fibrovaskulaarinen muutos periferisellä näköalueella (Optos 2016b)

#### 5.4 Verkkokalvoirtaumat

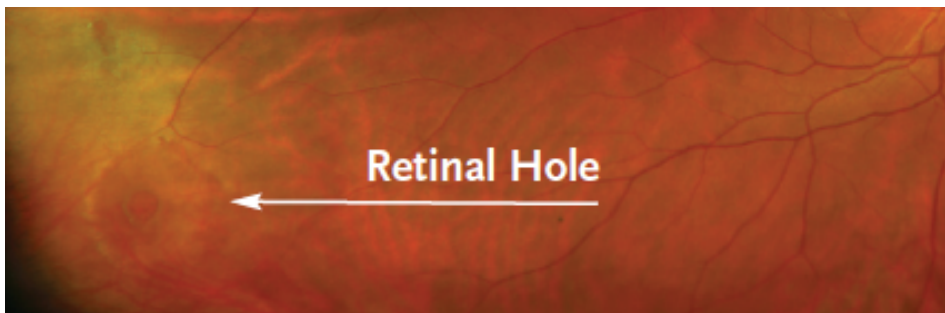
Verkkokalvoirtaumalla (retinal detachment) tarkoitetaan verkkokalvon sensorisen kerroksen irtaantumista sen alapuolella olevasta verkkokalvokerroksesta, pigmenttiepiteelistä. Irtaantumisen seurauksena lasiaisnestettä tunkeutuu verkkokalvoon. (Feltgen – Walter 2014). Diabeetikoilla uudissuonituksesta johtuva fibrovaskulaarinen kalvo voi johtaa verkkokalvoirtaumaan joko aiheuttaen vetoirtauman tai reiän, jonka myötä syntyy rhegmatogeeninen irtauma (Summanen 2015). Nuorilla lasiaisen takaosa ei ole vielä irronnut verkkokalvosta, jolloin verkkokalvoirtaumiin liittyvät ongelmat ovat yleisempiä (Käypä hoito -suositus 2014).

##### Rhegmatogeeninen irtauma

Jos verkkokalvoon tulee reikä, siitä voi aiheutua rhegmatogeeninen verkkokalvoirtauma (rhegmatogenous retinal detachment). Yleisimmin rhegmatogeeninen verkkokalvoirtauma liittyy iän myötä tapahtuvaan lasiaisirtaumaan. Lasiaisirtaumaan liittyy taipumus verkkokalvoreikiin, sillä se aiheuttaa helposti reiän verkkokalvon ohuella alueella. (Feltgen – Walter 2014.) Kuvioissa 17 ja 19 näkyy verkkokalvon irtauma ja kuviossa 18 verkkokalvon reikä.



Kuvio 17. Verkkokalvon irtauma (Optos 2016b)



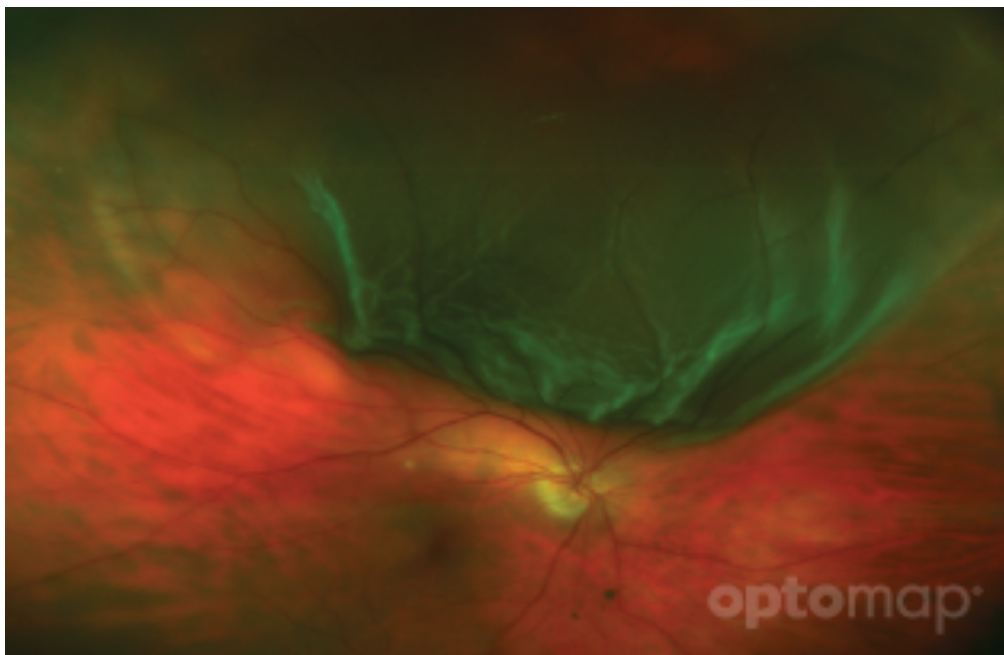
Kuvio 18. Verkkokalvon reikä nuolen osoittamassa kohdassa (Optos 2016b)

Lasiaisen rakenteesta on vettä noin 98%, joka stabilisoituu kollageenisäikeiden avulla. Kollageenisäikeet myös kiinnittävät lasiaisen verkkokalvon sisäosiin. Iän mukana tapahtuvista muutoksista johtuen kollageenisäikeiden elastisuus vähenee. Tällöin lasiaisen hyytelömäinen rakenne kutistuu, mikä aiheuttaa vetoa verkkokalvolla. Lopulta elastisuuden puutos aiheuttaa lasiaisen irtoamisen verkkokalvolta, mitä kutsutaan lasiaisen takaosan irtaumaksi (Feltgen – Walter 2014). Tämä tapahtuu 2/3:lla ihmisistä, yleensä vanhemmalla iällä (Seppänen 2013).

LasiAISirtauma alkaa usein silmän takaosasta ja kulkee kohti ekvaattoria, eli verkkokalvon keskeisen ja reuna-alueen välistä rajaa, jossa verkkokalvo on ohuimmillaan. (Feltgen – Walter 2014.) Seurauksena lasiAISirtaumasta voi aiheutua näkökenttään sala-  
mointia, joka johtuu verkkokalvolle aiheutuvasta vedosta verkkokalvon ollessa tiukasti kiinni lasiAISissa. Jos lasiAISirtaumaan liittyy verenvuotoa, sen oireena voi olla nokisa-  
detta näkökentässä. (Seppänen 2013.)

## Verkkokalvon vetoirtauma eli traktioablaatio

Uudissuonituksen muodostumiseen voi liittyä myös verkkokalvon vaurioituminen ja jopa verkkokalvoirtauma (Käypä hoito -suositus 2014). Verkkokalvon vetoirtaumassa eli traktioablaatiassa verkkokalvo irtoaa alustastaan jännemäisten arprien, kuten uudissuonten arpikalvojen aiheuttaman vedon vuoksi. (Feltgen – Walter 2014.) Kun lasiainen on vielä normaalisti kiinnittyneenä verkkokalvoon, uudissuonituksen arpikudos kiinnittyy lasiaisen takaosaan. Pahimmillaan kiinnikkeet aiheuttavat verkkokalvoirtauman, joka voi olla myös todella laaja. Verenvuoto aiheuttaa näkökenttään liikkuvan samentuman. (Summanen – Von Wendt 2007.)



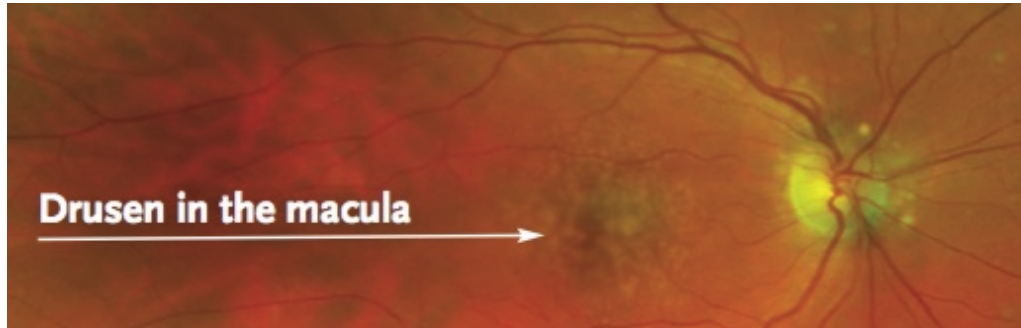
Kuvio 19. Verkkokalvon irtauma (Optos 2016b)

## 5.5 Muita yleisiä löydöksiä diabeetikon silmänpohjalla

### Drusenit

Drusenit ovat normaali ikääntyneen silmänpohjan löydös. Löydökset viittaavat iän mukanaan tuomiin muutoksiin Brunchin kalvolla. Drusenit ovat tyvikalvolla, jolloin ne sijaitsevat verkkokalvon alemmissa kerroksissa ja näkyvät siksi kellertävinä pehmeäreunaisina löydöksinä. Drusenit ovat muodoltaan symmetrisiä ja niitä voidaan usein löytää usein makulan alueella, kuten kuviossa 20. Optomap-kuvissa drusenit erottuvat sel-

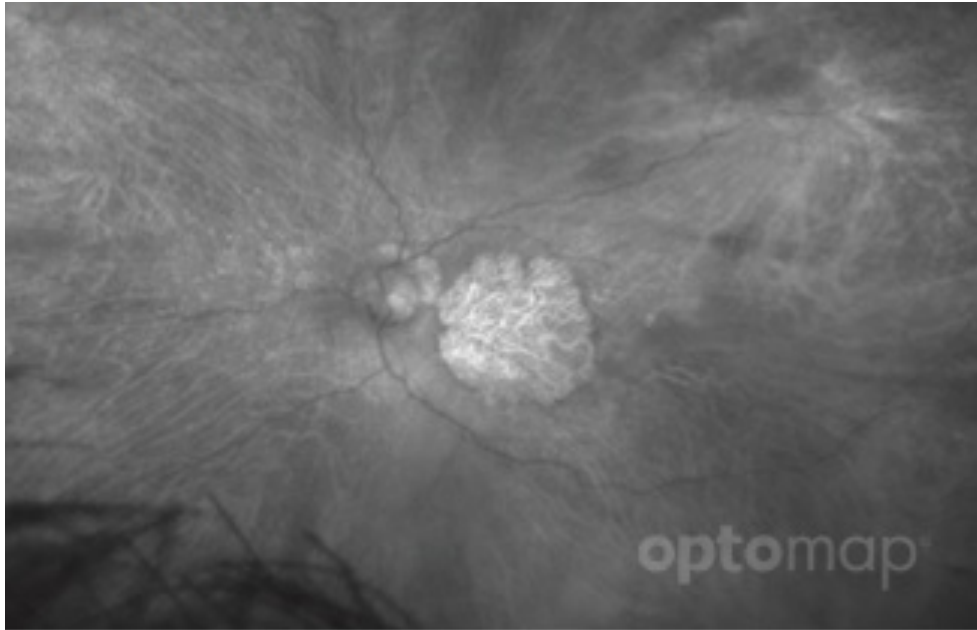
vemmin vihreän suodattimen kuvissa (ks. kuvio 21), kun taas vastaavasti punaisen suodattimen kuvissa ne eivät juurikaan erotu (ks. kuvio 22). Drusenit eivät vaadi jatko-toimenpiteitä, jos ne eivät aiheuta näköoireita potilaalle. (Dodson 2009: 79.)



Kuvio 20. Druseneita makula-alueella (Optos 2016b)



Kuvio 21. Druseneita vihreän suodattimen kuvassa (Optos 2016b)



Kuvio 22. Drusenit eivät juurikaan erotu punaisen suodattimen kuvassa (Optos 2016b)

### Embolus

Embolukset ovat verkkokalvon valtimoissa oireettomina ilmenevä löydös. Ne voivat olla peräisin kaulavaltimosta ja ovat yhteydessä ateroskleroosiin eli valtimotautiin. Tavallisimmin embolus on kolesteroliembolus tai Hollenhorstin kide, joka ilmenee yleisimmin kirkkaana pisteenä valtimoiden haarakohdissa. Embolukset on huomioitava erittäin tarkoin, koska ne voivat siirtyä aivoverenkiertoon aiheuttaen aivohalvauksen. (Dodson 2009: 88.)



Kuvio 23. : Kolesteroliembolus (Optos 2016b)

## 6 Diabeettisten muutosten vaikutus silmään ja näöntarkkuuteen

Sokeritasapainon vaihtelut aiheuttavat näöntarkkuuden vaihtelua diabeetikoilla. Hyperglykemia voi aiheuttaa fotopsiaa eli valonvälähdyksiä näkökentässä sekä kaksoiskuvia (Saari 2011: 399). Näönmuutokset voivat saada refraktion eli taittovirhemäärityksen muuttumaan joko myooppiseen eli likitaitteiseen tai hyperooppiseen eli kaukotaitteiseen suuntaan. Muutokset johtuvat nestekierron häiriintymisestä mykiössä. Refraktiiviset muutokset vaihtelevat pienistä heilahteluista jopa useampaan dioptriaan. Muutokset tasaantuvat yleensä muutamien viikkojen kuluessa hoidon aloituksesta. (Eye care of the patients with diabetes mellitus 2014.)

Akkommodaatiokyky voi muuttua diabetesta sairastavilla henkilöillä. Akkommodaation heikentyminen on yleensä ohimenevä ilmiö, johon pystytään vaikuttamaan hyvällä hoitotasapainolla. (Eye care of the patients with diabetes mellitus 2014.)

Värinäön muutokset ilmenevät diabeettisen retinopatian kehittyessä pidemmälle. Muutokset ilmenevät sini-keltaisen sekä puna-vihreän värinäkemisen heikkoutena. Tutkimusten mukaan diabeteksen kesto vaikuttaa merkittävästi värinäön puutoksen synty miselle. (Eye care of the patients with diabetes mellitus 2014.)

Näkökenttäpuutoksia voi ilmetä, kun diabetesta sairastavalla on todettu preretinaalisia vuotoja tai kun verkkokalvolla on havaittu uudissuonitusta tai arpikalvoa. Näkökenttien puutoksia voi syntyä myös silloin, kun diabeettinen retinopatia on kehittynyt pidemmäl le. Silloin seuraavat komplikaatiot ovat mahdollisia: primaarinen avokulmaglaukooma, lasiaisen irtauma, diabeettinen papillopatia eli näköhermon turvotus tai näköhermon tulehdus eli iskeeminen optikusneuropatia. (Eye care of the patients with diabetes mel litus 2014.)

Lasiaisverenvuoto voi uhata näköä. Se ilmaantuu äkillisesti ja on kivuton (Dodson 2009). Se voi kuitenkin aiheuttaa näkökenttään samentumia ja nokisadetta (Käypä hoito -suositus 2014). Lisäksi näkövaikutelma voi olla seittimäinen, sumentunut tai puner tava. Vaikeammassa muodossa näkökenttä voi kaventua, jolloin syntyy skotoomia eli näkökenttäpuutoksia. Myös näöntarkkuus voi heikentyä huomattavasti. (Dodson 2009). Muita syitä näön heikkenemiseen voivat olla verkkokalvon tai näköhermon verenkierto häiriö, verkkokalvoirtauma sekä makulopatia. Lisäksi makulopatia voi aiheuttaa kuva kokojen vaihtelua tai viivojen vääristymistä. (Käypä hoito -suositus 2014.)



## Silmän etuosien ja lihasten komplikaatiot diabeteksessa

Silmän liikkeitä ohjaavissa aivohermoissa voi ilmetä erilaisia diabeteksen aiheuttamia toimintahäiriöitä. Diabetes vaikuttaa erityisesti kolmannen, neljännen sekä kuudennen aivohermon toimintaan. Kolmannen aivohermon halvaus on yleisempää kuin neljännen tai kuudennen aivohermon halvaukset. (Eye care of the patients with diabetes mellitus 2014.) Diabeteksen vaikutuksesta erityisesti aivojen kolmoishermosta voi ilmetä neuropatiaa, joka aiheuttaa tuntoaistin alentumaa sarveiskalvolle. (Dodson 2009: 35.)

Diabeteksen aiheuttamat muutokset näkyvät silmänpohjan muutosten lisäksi myös silmien etuosissa. Sidekalvon verisuonissa voi ilmetä mutkaisuuksia tai kaventumista. Värikalvon pigmenttiepiteeliin saattaa alkaa kerääntyä glykogeeneja, jolloin värikalvo muuttuu jäykemmäksi ja mustuainen laajenee huomattavasti. Kun diabetesta on sairastettu kauan tai hoitotasapaino on huono, uudissuonitusta voi ilmetä värikalvolla retinopatian yhteydessä, mikä voi laukaista glaukooman (vertaa luku 5.3). (Eye care of the patients with diabetes mellitus 2014.)

Mykiöön voi kerääntyä runsaan veren glukoosipitoisuuden vuoksi paljon sorbitolia, mikä kasvattaa osmoottista painetta aiheuttaen mykiöön turvotusta. (Saari 2011: 400) Mykiön rakenteelliset muutokset alkavat usein kuorikerroksesta paikallisina sumentumina eli kortikaalisena kaihena. Mykiön sisäosissa voi ilmetä valkoisia sekä värillisiä kiteitä. Diabeetikoilla ovat yleisiä myös nukleaarinen- eli tumakaihi ja subkapsulaarinen eli kapselinalainen kaihi. (Dodson 2009: 35.)

## 7 Diabeettisen retinopatian ennaltaehkäisy ja hoito

Diabeteksen lisäsairauksien riski voi vähentyä merkittävästi, kun potilas saa kokonaisvaltaista hoitoa, jossa verensokerin lisäksi huomioidaan muita riskitekijöitä (Terveyden ja Hyvinvoinnin laitos n.d, d.). Paras keino ehkäistä retinopatian syntyä ja hoitaa sitä on verensokeritason parantaminen (Lahti 2012). Lisäksi retinopatiaa voidaan hoitaa lääke- ja laserhoidoilla. Hoidotkaan eivät pysäytä retinopatian etenemistä, jos hoitotasapaino verensokerin suhteen ei ole hyvä. (Lahti 2012). Diabeetikkoja hoidetaan aina moniammatillisena yhteistyönä (Käypä hoito -suositus 2014).

Jos verenpaine on kohonnut tyyppin 2 diabeetikolla, sen hoito ja hyvän verenpaineen saavuttaminen on tärkeää retinopatian ilmenemisen ja etenemisen ehkäisyn kannalta. Tyyppin 1 diabeetikoilla ei ole saatu näyttöä hyödyistä vastaavasta kohonneen verenpaineen hoidosta. (Käypä hoito -suositus 2014.) Yleinen suositus verenpaineen tasoksi on alle 140/80 mmHg (Käypä hoito -suositus 2016). Lisäksi dyslipidemian eli veren rasva-arvojen hoidolla näyttää olevan retinopatian etenemistä hidastava vaikutus. Myös aspiriinin eli asetyyliisalisyylihapon käyttö saattaa hidastaa retinopatian kehittymistä. (Käypä hoito -suositus 2014). Tupakoinnin tiedetään ainakin heikentävän verenkiertoa, joten sen lopettamista pidetään yhtenä retinopatian hoitokeinona. Kolesterolin vaikutuksesta retinopatiaan ei vielä ole selkeitä tutkimustuloksia, mutta sen sijaan rasva-arvojen hoitaminen, kuten triglyseridien määrän vähentäminen on hyödyksi retinopatian ehkäisyssä. (Manneri 2010.) Diabeetikoille suositellaan yleisesti LDL-kolesterolipitoisuudeksi alle 2,5 mmol/l, tai joissain tapauksissa, kuten sepelvaltimotautia sairastettaessa alle 1,8 mmol/l (Käypä hoito -suositus 2016).

### 7.1 Seulonta ja hoitomuodot

Diabeettinen retinopatia diagnosoidaan ja sitä kontrolloidaan silmänpohjien tutkimuksilla ja arvioimalla silmänpohjakuvia. Kaikkien diabetesta sairastavien silmänpohjat tulee seuloa tietyin väliajoin, koska diabeettinen retinopatia täyttää kaikki seulontaa vaativan tilan ehdot. Käypä hoito -suosituksen mukaiset ohjeet seulontavälistä on esitelty taulukossa 3. Siinä kuvataan seulonnan aikavälejä riippuen diabeteksen muodosta. (Käypä hoito -suositus 2014). Henkilöllä voi olla diabeettinen retinopatia, vaikka hänellä ei olisi oireita. Mikäli henkilöllä on oireita näössä, hänet tutkitaan ja ohjataan tarvittaessa eteenpäin silmälääkäriin. (Käypä hoito -suositus 2014).

Seulonnan tarkoituksena on havaita mahdolliset retinopatiamuutokset, seurata retinopatian etenemistä ja löytää muutokset, jotka uhkaavat näköä. Kun retinopatiaa hoidetaan oikeaan aikaan, riski näön heikkenemisestä pienenee. Terveystieteiden perushoidosta vastaavan yksikön tehtävänä on huolehtia potilaan ohjaamisesta silmänpohjakuvaukseen tietyin väliajoin ja välittää tarvittavat tiedot eteenpäin. Jos verkkokalvon tilaa ei voida arvioida silmänpohjakuvien avulla, potilas lähetetään silmälääkärin tutkimukseen. (Käypä hoito -suositus 2014.)

Kansallisissa ja kansainvälisissä seulontaan liittyvissä suosituksissa on eroavaisuuksia keskenään. Kolmen vuoden seulontaväli on todettu riittäväksi tyypin 2 diabeetikoilla, joilla on ollut vain lieviä retinopatiamuutoksia. Seulontaväliä voidaan tihentää tarvittaessa, jos esimerkiksi retinopatiaan liittyviä riskitekijöitä on monia. Tiheämpi seuranta voi olla tarpeen myös, jos verensokeritaso paranee hyvin nopeasti, jolloin retinopatia voi hetkellisesti lisääntyä. Käypä hoito -suosituksen mukaiset seulontavälit eri ryhmille on esitetty taulukossa 3. Jos retinopatiamuutosten todetaan olevan vaikeampia kuin lievässä retinopatiassa, arvion sopivasta seulontavälistä tekee vastaava silmätautien erikoislääkäri. (Käypä hoito -suositus 2014.)

Taulukko 3: Seulontaryhmät ja diabeteksen seulontavälit (Käypä hoito -suositus 2016)

<b>Seulottavat ryhmät</b>	<b>Seulontaväli</b>	
Henkilöt, joilla tyypin 1 diabetes	Alle 10-vuotiaana	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 vuoden iästä lähtien joka toinen vuosi niin kauan kuin löydös on normaali</li> <li>- Muutosten toteamisen jälkeen vuosittain tai tiheämmin</li> </ul>
	Yli 10-vuotiaana sairastuneet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnosointivaiheessa ja sen jälkeen joka toinen vuosi niin kauan kuin löydös on normaali</li> <li>- Muutosten toteamisen jälkeen vuosittain tai tiheämmin</li> </ul>
Henkilöt, joilla tyypin 2 diabetes		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnosointivaiheessa ja sen jälkeen 3 vuoden välein niin kauan kuin löydös on normaali</li> <li>- 2 vuoden välein, jos todetaan vähäisiä muutok-</li> </ul>

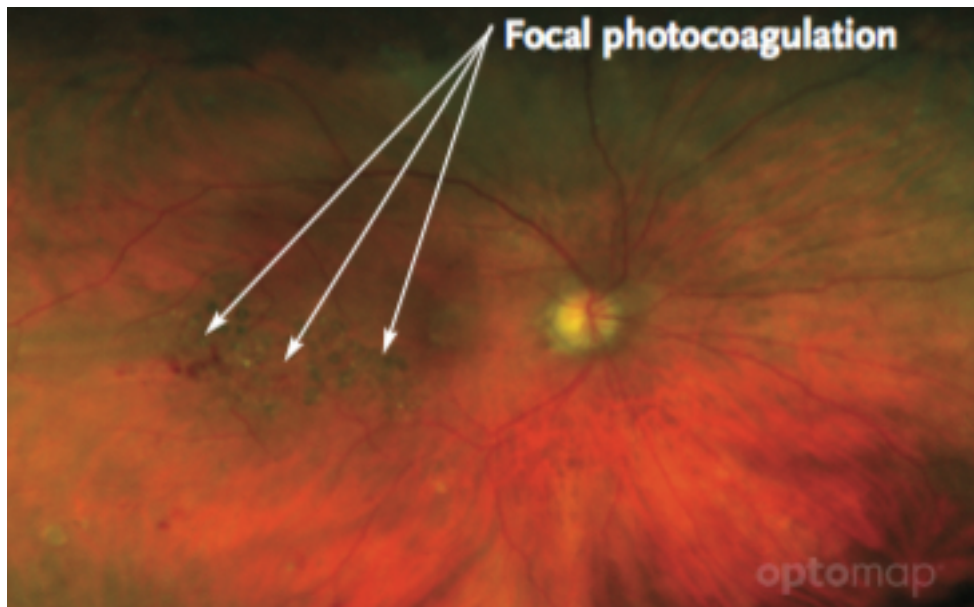
		sia fovean ulkopuolella - Vuosittain tai tiheämmin, jos muutoksia on enemmän
Raskaana olevat		- Raskautta suunniteltaessa tai heti raskauden alussa - Raskauden aikana retinopatian asteen, nefropatian ja verenpaineen mukaan (Whiten luokat B ja C; ei tarvetta joka raskauskolmanneksella) - Raskausdiabetesta sairastaville (Whiten luokat A ja A/B) silmänpohjanseuranta ei tarpeellista - Raskauden jälkeen vuoden ajan tavanomaista tiheämmin, jos todetaan kohtalaisia muutoksia

Retinopatiaa voidaan hoitaa erilaisin keinoin. Vaikea-asteisen näkövammaisuuden estäminen on yleensä mahdollista laser-, lääke- tai kirurgisen hoidon avulla (Käypä hoito -suositus 2014). Myös kuntoutus on tärkeä osa diabeettista retinopatiaa sairastavien hoitoa. Näkövammaisen kuntoutuksella pyritään tukemaan selviämistä arkipäiväisissä toiminnoissa. Sairaus voi aiheuttaa ongelmia näköön myös ennen näöntarkkuuksien alenemista näkövammaisuuden tasolle. Tällöin kuntoutus voi olla aiheellinen jo ennen näkövammaisuuden määritelmän täyttymistä. (Käypä hoito -suositus 2014.)

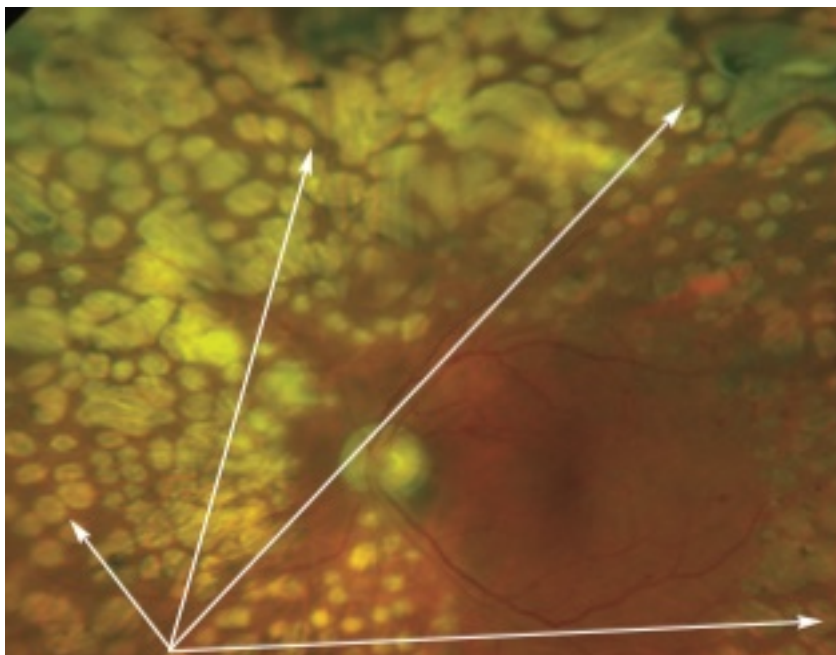
Laser- eli valopolttohoidon merkitys on hyvin suuri retinopatian hoidossa, koska sitä korvaavaa hoitomuotoa ei ole olemassa (Summanen 2015). Laserhoidossa verkkokalvolle poltetaan reikiä hapensaannin helpottamiseksi (Manneri 2010). Laserhoidolla pyritään tuhoamaan epänormaaleja, vuotavia verisuonia verkkokalvolta tai sulkemaan niitä. Laserhoito voi olla joko paikallista tai hajanaista, jolloin se kohdistetaan laajemmalle alueelle. (Optos 2016b.) Paikallisen laserhoidon jälkiä näkyy kuviossa 23. Hoidon yhteydessä tehtävään silmän puudutukseen käytetään tippoja, ja potilaalle voidaan antaa myös kipulääkettä (Manneri 2010). Laserhoitoihin liittyy myös erilaisia haittavaikutuksia (Käypä hoito -suositus 2014).

Vakavien näköä uhkaavien riskitekijöiden, kuten vaikean proliferatiivisen retinopatian ja uudissuoniglaukooman ilmaantuessa hoitona voidaan käyttää panretinaalista eli laajaa verkkokalvon hajalaserhoitoa. Sen aiheuttamia jälkiä verkkokalvolla näkyy kuviossa 24.

Vaikeassa taustaretinopatiassa laserhoidolla voidaan vaikuttaa retinopatian etenemiseen, jolloin näön huononeminen vähenee. Hoito aiheuttaa kuitenkin makulaturvotusta alkuvaiheessa, mikä tulee ottaa huomioon hoidossa. Uudissuonien kasvua ja uudissuoniglaukooman muodostumista voidaan ehkäistä hajalaserhoidolla, jonka vaikutukset kestävät usean vuosikymmenen ajan. (Summanen 2015; Käypä hoito -suositus 2014). Proliferatiivinen retinopatia onkin yleisin ajankohta laserhoidon aloittamiselle (Manneri 2010). Proliferatiivisessa retinopatiassa, joka on vaikea-asteista lievempää, laserhoidolle on aihetta, mutta sitä voidaan antaa kevyempänä. Hoidon laajuuteen vaikuttavat yksilölliset tekijät, kuten ikä ja retinopatian vaikeusaste. Vaikeassa proliferatiivisessa retinopatiassa hoito on aloitettava mahdollisimman pian. (Summanen 2015; Käypä hoito -suositus 2014).



Kuvio 24. Paikallisen laserhoidon jälkiä verkkokalvolla nuolten osoittamalla alueella (Optos 2016b)



Kuvio 25. Hajalaserhoidon aiheuttamia polttojälkiä verkkokalvolla nuolten suunnissa (Optos 2016b)

Makulaturvotuksen hoidossa voidaan myös käyttää laseria, mutta liian lähellä tähtäyspistettä oleva tihkuminen voi olla esteenä hoidolle (Summanen 2015). Makulaturvotus voi hävitä myös itsestään seurannan aikana, jolloin hoidolle ei ole tarvetta. Hoidossa otetaan huomioon turvotuksen tyyppi ja vaikeusaste. Laser-hoidolla saadaan paras lopputulos, jos turvotus on muodoltaan paikallista. Jos kyseessä on vaikea iskeeminen turvotus, keskeiseen näköön ei yleensä voida vaikuttaa laserhoidolla. Tällöin hoitoon voidaan käyttää myös lääkehoitoa, kuten verisuonikasvutekijän vasta-aineen tai glukokortikoidien ruiskuttamista lasiaiseen. (Summanen 2015; Käypä hoito -suositus 2014). Lisäksi kirurgisilla hoidoilla voidaan hoitaa lasiaisverenvuotoja, verkkokalvoirtaumia sekä makulaturvotusta (Käypä hoito -suositus 2014).

## 7.2 Diabeteksen aiheuttamat kustannukset terveydenhuollossa Suomessa

Diabetekseen hoitoon liittyy erilaisia kustannuksia terveydenhuollossa. Diabeetikkojen hoidon aiheuttamat kustannukset olivat vuonna 2007 Suomessa noin 1304 miljoonaa euroa, ja niiden osuus oli n. 9% Suomen terveydenhuollon kokonaismenoista. Diabeteksen ehkäisyn ja hoidon kehittämissuunnitelman (Dehko) tutkimuksen mukaan vuonna 1998 vastaava osuus oli vielä noin 6,6%. Vuonna 2005 kokonaiskustannukset yhtä diabeetikkoa kohti vähenivät, ja kustannusten nousu kääntyi laskuun. Tutkimuksen

tulokset puoltavat näkemystä, jonka mukaan diagnosoitujen diabeetikkojen hoidolla tulisi pyrkiä lisäsairauksien estämiseen tai mahdollisimman myöhäiseen ilmaantumiseen. Tämä laskisi kokonaiskustannusten määrää huomattavasti. (Jarvala – Raitanen – Rissanen n.d: 7, 36, 39). Diabeteksen aiheuttamien suorien kustannusten osuus terveydenhuollossa oli noussut jo 15 %:iin. Näistä kustannuksista arviolta ainakin 2/3 syntyy komplikaatioista, joiden aiheutuminen olisi mahdollista estää. Diabetesta sairastavien määrän on arvioitu kaksinkertaistuvan vielä tulevien 10–15 vuoden aikana, kuten jo aiemmin on todettu. Sairauden yleistyminen nostaa myös kustannuksia entisestään. (Käypä hoito -suositus 2016.)

#### Diabeteksen aiheuttamat lisäkustannukset

Lisäkustannuksia syntyy, kun diabetekseen liittyvät lisäsairaudet moninkertaistavat kustannukset. Vuonna 2007 diabeetikkojen hoito maksoi ilman lisäsairauksia 1300€ /hlö/vuosi, kun taas lisäsairauksien ilmaantuessa summa oli 5700€ /hlö/vuosi. Nämä lisäkustannukset olivat tällöin noin 833 miljoonaa euroa. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, c.) Vuosina 1998 – 2007 tehdyn edellä mainitun Dehko:n tutkimuksessa oli seurantajakson jälkeen 41,4 %:lla diabeetikoista todettu jokin lisäsairaus. (Jarvala ym. n.d: 17).

Korkeamman diabetesriskin omaaville henkilöille järjestetään elintapaohjausta, joka on puolestaan arvioitu olevan kustannustehokasta kansainvälisissä arvioissa. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, c.) Myös seulonnan kustannus-hyöty -suhteen on todettu olevan hyvä (Käypä hoito -suositus 2016).

#### Diabeteksen aiheuttamat tuottavuuskustannukset

Muita diabeteksen aiheuttamia kustannuksia ovat tuottavuuskustannukset, joita oli vuonna 2007 arvion mukaan noin 1300 miljoonaa euroa. Ne syntyvät diabetekseen liittyvistä sairauspoissaoloista, liian varhaisesta eläköitymisestä sekä ennenaikaisesta kuolemasta. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, c.)

Ennenaikaiselle eläkkeelle oli vuonna 2007 jäänyt 21 268 diabeetikkoa, jotka olivat 16–58-vuotiaita. Dehko:n tutkimuksen aikana vuosina 1998–2007 keskimääräinen vuotuinen kasvu ennenaikaisessa eläköitymisessä oli 4,3 %. Ennenaikaisista kuolemista aiheutuneet tuottavuuskustannukset olivat puolestaan aiheuttaneet vuonna 2007 henkilö-

työvuosien menetyksen, jonka kustannukset olivat tällöin 316,5 miljoonaa euroa. (Jarvala ym. n.d: 31-32).



## 8 Oppaan rakenne

Opinnäytetyön tuotoksen suunnittelu perustui visioon selkeästä ja toimivasta apuvälineestä, jota optikoiden olisi helppo käyttää työelämässä. Toteutuksessa on huomioitu käytettävyys yhdessä opinnäytetyön teoriapohjan kanssa ja toimivuus julkaisualustalla Issuu.com -sivustolla. Ulkoasu on luotu siten, että se miellyttäisi lukijan silmää.

### 8.1 Ulkoasu

Oppaan ulkoasusta on luotu kiinnostusta herättävän näköinen, jotta sen lukeminen olisi mielekästä. Se on tiivis kokonaisuus, jossa on lyhyesti kerrottu diabeteksen aiheuttamien löydösten pääkohdat, kuten tärkeimmät tuntomerkit ja ilmenemisen syyt. Oppaan sisällysluettelosta lukija löytää etsimänsä tiedon mahdollisimman vaivattomasti, ja sen sisältö on helppo katsoa yhdellä silmäyksellä.

Värimaailma on pidetty yksinkertaisena ja neutraalina, mutta siitä haluttiin luoda raikas. Diabeteksen eri vaikeusasteisiin liittyvät löydökset haluttiin jaotella välilehdillä, joiden väriksi valikoitui vaalean vihreä sävy. Kyseinen väri sointuu hyvin yhteen silmänpohjakuvissa olevien vihreän ja punaisen sävyjen kanssa, mikä tekeekin värimaailmasta yhtenäisen ja toimivan. Rakennetta on korostettu vielä luomalla samansävyinen vaaleanvihreä, vaakasuuntainen palkki löydössivujen ylälaitaan. Sisällysluettelon vieressä on lisäksi myös pystysuuntainen vihreä palkki, joka luo sivulle selkeän ulkoasun. Etusivulle on valittu kiinnostava silmänpohjakuva, jossa on useita erilaisia löydöksiä. Se kuvastaa samalla myös silmänpohjakuvien tulkintaan liittyvää maailmaa: erilaisia löydöksiä on olemassa hyvin paljon. Löydössivuilla tekstit on aseteltu harmaisiin, kantikkaisiin reunuksiin, joihin kuvien kulmien pyöristäminen luo sopivan kontrastin.

Fontiksi on valittu Proxima Nova ja se on kooltaan 18, jotta tekstistä on saatu kokonaisuudessaan selkeää ja helppolukuista. Tekstissä tärkeät kohdat on korostettu. Löydöksiä kuvailevissa teksteissä fontin väri on musta, ja teksti on jaoteltu punaisten nuolisymbolien avulla. Tekstien ja kuvien asettelu on tarkoin suunniteltu niin, että opasta pystyy käyttämään myös nopeaan lukemiseen, esimerkiksi optikkoliikkeessä kuvia tulkittaessa. Tekstissä on käytetty lyhyitä ja korostettuja ilmaisuja parantamaan luettavuutta. Jokaisen sivun alakulmassa on sivunumerot, joiden taustalle valittiin väri tuomaan näkyvyyttä. Oppaan asettelu ja rakenne on viimeistelty testaamalla niiden toimi-

vuutta Issuu.com-sivustolla. Näin pystyttiin ottamaan huomioon myös lataukseen liittyvät, muotoiluun vaikuttavat seikat sekä sivunäkymän toimivuus opasta lukiessa.

Oppaan termit ja sanasto ovat suurimmalta osin optisen alan ammattisanastoa, jota ei ole siinä selitetty. Oppaaseen ei ole otettu mukaan laajaa teoriakatsausta vaan lukija saa tarvittaessa lisää tietoa löydösten tarkasteluun opinnäytetyön teoriaosuudesta. Oppaan rakenne on sellainen, että lukija löytää tarvitsemansa tiedon helposti opinnäytetyöstä ja voi käyttää sitä oppaan ohella. Teoriaosiossa on myös esimerkiksi avattu löydöksiin liittyviä termejä ja määritelty niitä tarkemmin. Tarkoitus onkin, että optikot voisivat käyttää teoriaosuutta myös saadakseen lisää tietoa diabeteksestä ja sen aiheuttamista muutoksista silmän terveyteen sekä näkemiseen.

## 8.2 Käytettävyys

Oppaan sisältö on valikoitu niin, että sen avulla ymmärtää, mitkä ovat diabeteksen aiheuttamia silmänpohjan löydöksiä, ja miltä ne näyttävät. Oppaan tärkeänä osana ovat silmänpohjien löydöskuvat. Kuvien käyttöön haimme virallisen luvan Optokselta käyttöoikeuksista vastaavalta henkilöltä. Valitsimme Optoksen kuvat, koska ne ovat selkeitä, luotettavia ja hyvin korkealaatuisia. Ne on valittu tarkoin edustamaan kutakin silmänpohjan löydöstä. Lisäksi Optoksen silmänpohjakameroita on käytössä optikkoliikkeissä myös Suomessa. Oppaan kattava teoriaosuus tukee oppaan käytettävyyttä niissä tilanteissa, kun tulkitaan eri kameratyypillä otettuja silmänpohjakuvia. Selkeän tunnusmerkkien kuvailun ansiosta oppaan käytettävyys on hyvä myös muiden kameroiden kuvia tulkittaessa. Tosin on selvää, että jokaista kameratyyppiä käytettäessä on erikseen huomioitava niihin liittyvät tulkinnalliset seikat, kuten kuvausalueen laajuus.

Opas on koottu optikoille tukemaan silmänpohjalöydösten tulkittamista. Oppaan sisältö perustuu diabeteksen eri vaikeusasteiden löydöksiin. Sisällön oli oltava mahdollisimman yksinkertainen, jotta voitiin luoda nopeasti ja helposti käytettävä apuväline. Opas on suunniteltu niin, että sitä on helpointa käyttää ja tulkita sähköisessä muodossa, jolloin kuvia voi myös tarkentaa tarvittaessa. Myös kuvissa olevat pienet yksityiskohdat erottuvat parhaiten näytöltä tarkasteltuna. Issuu.com -sivuston hyvän toimivuuden ansiosta opasta voi lukea tietokoneen ohella myös muilla älylaitteilla, kuten älypuhelimella. Näin ollen se on hyvin saavutettavissa. Oppaan pystyy myös tulostamaan. Lisäksi tulostimen ja tulostinpaperin valinnalla pystyy vaikuttamaan erityisesti kuvien tulostuksen laatuun.

## 9 Pohdinta

Opinnäytetyömme tavoitteena oli tuottaa selkeä ja monipuolinen opas diabeteksen aiheuttamien yleisimpien silmämöhjajamuutosten havaitsemiseksi. Oppaan rakenteesta tehtiin sellainen, että sitä voi käyttää myös nopeaan tarkasteluun. Halusimme luoda sähköisesti julkaistavan oppaan, jotta sen saatavuus tulisi olemaan mahdollisimman hyvä. Opas suunniteltiin ensisijaisesti optikoiden käyttöön työelämää ajatellen, mutta tarkoituksena oli, että myös optikko-opiskelijat voisivat hyödyntää sitä opinnoissaan.

Diabeteksesta on saatavilla laajasti teoreettista tietoa sekä tutkimuksia, joten aiheen huolellinen rajaaminen ja fokuointi oli tärkeä osa opinnäytetyömme toteutusta sekä edellytys oppaan onnistumiselle. Päätimme rajata teoriapohjassa käyttämiämme lähteitä julkaisuaajan perusteella niin, että käytimme vain 2000-luvulla julkaistuja tutkimusartikkeleita, jotta tieto olisi mahdollisimman ajankohtaista. Vieraskielistä kirjallisuutta on saatavilla runsaasti diabeteksesta ja diabeettisesta retinopatiasta.

Työmme keskeisimpänä lähteenä käytimme diabeteksen hoitoon liittyvää Käypähoito -suositusta. Lisäksi olemme hankkineet tietoa sähköisten tietokantojen tieteellisistä artikkeleista sekä sopivasta kirjallisuudesta. Valitsimme työhön luotettavia perusteoksia, joita käytimme myös teoriapohjan kokoamisessa. Rajasimme työn teoriaosuutta keskittymen silmämöhjan terveyteen ja silmämöhjalöydösten analysointiin. Diabeteksen patologinen kuvaus rajattiin niin, että sen painopiste pysyy silmän muutoksiin liittyvissä tekiöissä. Tietyn perusteorian käsitteleminen oli kuitenkin tärkeää, jotta lukija voi saada tarpeeksi yleistietoa diabeteksesta sekä ymmärtää, mihin silmämöhjajamuutokset perustuvat.

Rajasimme työtämme lisäksi keskittymällä vain yhteen kuvaustyyppiin, jotta työstä tulee helppokäyttöisempi. Liian laaja käsittely ja erilaisten kuvatyypin käyttö työssä olisivat tuoneet työhön liikaa laajuutta. Toisaalta vain yhden kuvaustyyppin kuvien esittely saattaa osittain rajoittaa oppaan käyttöä. Tällöin kuitenkin opinnäytetyön teoriaosuus on hyödynnettävissä, sillä erilaisten kuvausmenetelmien parissa työskentelevät optikot saavat oppaasta tietoa diabeteksen aiheuttamista muutoksista.

Monimuotoinen opinnäytetyö, jossa luodaan tuotoksena opas, ei välttämättä edellytä yhtä laajaa teoriaosiota kuin perinteinen, teoreettinen opinnäytetyö. Halusimme kuitenkin luoda teoriaosuudestamme eräänlaisen tietopohjan, josta lukija saa lisää tietoa op-

paan ja työnsä tueksi. Tämän vuoksi teoriaosiosta tehtiin melko kattava. Oppaan suunnittelu ja toteutus kuuluu olennaisesti teoriaosuuteen tässä työmuodossa. Teoriaosuu-  
dessa olemmekin käsitelleet myös oppaan rakenteen ja ulkoasun suunnittelua ja olemme ottaneet huomioon sähköisen julkaisemisen.

Työsuunnitelmaamme sisältyi tarkka aikataulu, joka mukautui työn edetessä. Olimme huomioineet aikataulussamme, että sähköisen oppaan rakenteen ja asettelun huolelli-  
seen suunnitteluun on varattava riittävästi aikaa. Ajattelimme, että aikataulun on oltava tarpeeksi joustava, mikäli jotain yllättävää tapahtuu. Olimme osanneet arvioida työ-  
hömme liittyvät riskit hyvin, sillä ajattelimme ajankäytöllisten ongelmien sekä kuvien käyttöluvan saannin haasteiden olevan työmme suurimpia riskejä. Nämä osoittautuivat lopulta työmme suurimmiksi haasteiksi. Hyvästä suunnittelusta ja työhön perehtymises-  
tä olikin meille paljon hyötyä työn toteutuksessa, sillä jätimme hyvin aikaa oppaan luo-  
miseen ja sen ulkoasun suunnitteluun.

Kuvien hankinta oli haasteellista, sillä kuvien käyttöoikeudet ovat rajallisia liittyen kuvi-  
en käyttöön julkaisuissa. Halusimme kuitenkin saada aitoja, korkealaatuisia ja selkeitä  
löydöskuvia työhömme, jotta oppaan lukija todella ymmärtää, minkälaisesta löydökse-  
stä on kyse. Saimme idean Optoksen kuvien käytöstä työssämme, kun Optoksen kuva-  
atlas on internetin kautta kaikkien vapaassa käytössä, ja se on tarkoitettu avuksi sil-  
mänpohjalöydösten tulkintaan. Optokselta ryhdyttiinkin mieluusti yhteistyöhön kans-  
samme. Opinnäytetyömme voi olla hyödyllinen käytettäessä sitä myös yhdessä Optok-  
sen kuva-atlaksen kanssa.

Opinnäytetyöstämme muodostui kattava kokonaisuus, joka tarjoaa hyvän tietopohjan  
diabeetikon kohtaamiseen optikon työssä.

## Lähteet

American Optometric Association 2014. Eye Care of the patient with Diabetes Mellitus. Evidence based clinical practise guideline. Verkkodokumentti. St. Louis. s. 21-22.

Bennett, Timothy. 2013. Monochromatic Fundus Photography Hershey, Ophthalmic Photographers Society, eye imaging experts. Verkkodokumentti:  
<<http://www.opsweb.org/?page=Monochromatic>> Luettu 12.10.2016.

Diabetesliitto n.d, a. Diabetestietoa. Verkkodokumentti.  
<<http://www.diabetes.fi/diabetestietoa>> Luettu 8.4.2016.

Diabetesliitto n.d, b. Mitä Diabetes on? Verkkodokumentti.  
<[http://www.diabetes.fi/files/103/Mika\\_diabetes\\_ontuloste2016.pdf](http://www.diabetes.fi/files/103/Mika_diabetes_ontuloste2016.pdf)> Luettu 1.10.2016.

Diabetesliitto n.d, c. Diabetestyytit. Verkkodokumentti.  
<[http://www.diabetes.fi/diabetestietoa/yleista\\_diabeteksesta/diabetestyytit](http://www.diabetes.fi/diabetestietoa/yleista_diabeteksesta/diabetestyytit)> Luettu 26.10.2016.

Dodson Paul. 2009. Diabetic Retinopathy. Solvay Pharmaceuticals. New York: Oxford University Press.

Feltgen, Nicolas – Walter, Peter 2014. Rhegmatogenous Retinal Detachment—an Ophthalmologic Emergency. Deutches Ärzteblatt. Verkkodokumentti.  
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3948016/>> Luettu 21.9.2016.

Forrester, John V. – Dick, Andrew D. – McMenamin, Paul G. – Roberts, Fiona 2008. The Eye. Basic Sciences in practice. 3. painos. Edinburgh: Elsevier.

Huhtala, Heidi – Kaukola, Niina – Riikonen, Maisa 2013. Mitä kuvat kertovat? Kuvaopas optikolle silmnpohjalöydösten tarkastelun avuksi. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveystieteiden koulutusohjelma. Saatavilla sähköisesti osoitteessa:  
<[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/56371/Silmanpohjaloydokset\\_opn\\_opas.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/56371/Silmanpohjaloydokset_opn_opas.pdf?sequence=1)>

Jarvala, Tiina – Raitanen, Jani – Rissanen, Pekka n.d. Diabeteksen kustannukset Suomessa 1998-2007. Kansallinen diabetesohjelma Dehko. Verkkodokumentti.  
<<http://www.diabetes.fi/files/1266/Kustannusraportti.pdf>> Luettu 7.4.2016.

Käypä hoito -suositus 2014. Käypä hoito -suositus diabeettiseen retinopatiaan. Suomalaisen lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Silmälääkäriyhdistyksen ja Diabetesliiton lääkarineuvoston asettama työryhmä. Verkkodokumentti.  
<<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50043>> Luettu 7.4.2016.

Käypä hoito -suositus 2016. Käypä hoito -suositus diabetekseen. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Sisätautilääkärien yhdistyksen ja Diabetesliiton Lääkärineuvoston asettama työryhmä. Verkkodokumentti.  
<<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50056>> Luettu 25.10.2016.

Lahti, Hilikka. Diabeteksen hyvä hoito pysäyttää näön huononemisen. Diabetes 5/2012. Diabetesliitto. Verkkodokumentti. <<http://www.diabetes.fi/diabetesliitto/lehdet/diabetes-leh->



Uusitalo Hannu (toim.) Näkövammaisten liitto ry. Verkkodokumentti.  
<[http://www.nkl.fi/index.php?\\_\\_file\\_display\\_id=10192](http://www.nkl.fi/index.php?__file_display_id=10192)> Luettu 21.9.2016.

Summanen, Paula – Von Wendt, Gunvor 2007. Diabeettisen retinopatian luokittelut. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2007; 123(21):2641-7. Verkkodokumentti.  
<[http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/haku;jsessionid=6BCC21B163172E99C724A73EDF1EA86B?p\\_p\\_id=Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&\\_Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet\\_p\\_frompage=uusinnumero&\\_Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet\\_viewType=viewArticle&\\_Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet\\_tunnus=duo96860](http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/haku;jsessionid=6BCC21B163172E99C724A73EDF1EA86B?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&p_p_lifecycle=0&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_p_frompage=uusinnumero&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_viewType=viewArticle&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_tunnus=duo96860)> Luettu 21.9.2016.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, a. Diabetes. Verkkodokumentti. Päivitetty 3.10.2014. <<https://www.thl.fi/fi/web/kansantaudit/diabetes>> Luettu 7.4.2016.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, b. Diabeteksen yleisyys. Verkkodokumentti. Päivitetty 5.11.2015. <<https://www.thl.fi/fi/web/kansantaudit/diabetes/diabeteksen-yleisyys>> Luettu 1.10.2016.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, c. Diabeteksen kustannukset. Verkkodokumentti. Päivitetty 8.4.2016. <<https://www.thl.fi/fi/web/kansantaudit/diabetes/diabeteksen-kustannukset>> Luettu 9.4.2016.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos n.d, d. Diabeteksen lisäsairaudet. Verkkodokumentti. Päivitetty 1.10.2014. <<https://www.thl.fi/fi/web/kansantaudit/diabetes/diabeteksen-lisasairaudet>> Luettu 7.4.2016.

Virkamäki, Antti – Niskanen, Leo. 1.4.2010. Diabetekseen liittyvät elinmuutokset. Duodecim Oppiportti. <<http://www.oppiportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/op/end01811/do>> Luettu 27.09.2016.

Valvira 2013. Pro auctore -lääkemääräykset. Verkkodokumentti. Päivitetty 14.7.2015. <[http://www.valvira.fi/terveydenhuolto/hyva-ammatinharjoittaminen/laakehoito/pro\\_auctore\\_-laakemaaraykset](http://www.valvira.fi/terveydenhuolto/hyva-ammatinharjoittaminen/laakehoito/pro_auctore_-laakemaaraykset)> Luettu 25.10.2016.

## Kuvaopas



## Sisällys

Lukijalle	3
<b>Taustaretinopatia</b>	4
Mikroaneurysmat	5
Verenvuodot	6
Mikroinfarktit	7
Lipidit	8
Makulaturvotus	9
Venopatia	10
IRMA	11
<b>Proliferatiivinen retinopatia</b>	12
Uudissuonitus	13
Verenvuodot	14
Fibrovaskulaarinen muutos	15
Verkkokalvon rhegmatogeeninen irtauma	16
Verkkokalvon vetoirtauma	17
Lähteet	18



## Lukijalle

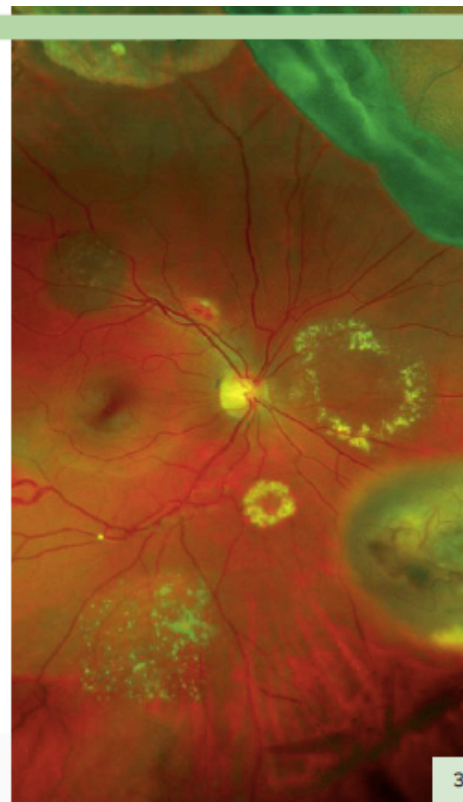
### // Diabetes on Suomessa melko yleinen sairaus.

Diabetesta sairastaa Suomessa Diabetesliiton arvion mukaan noin 500 000 henkilöä. Diabetes aiheuttaa usein diabeettisen retinopatian eli verkkokalvon sairauden. Alkuvaiheessa diabetes on usein oireeton, mutta esimerkiksi silmänpohjamuutoksista se voidaan havaita. On tärkeää, että silmänpohjakuvia osataan tulkita oikein, jotta diabeteksen aiheuttamat muutokset tunnistetaan mahdollisimman varhain. Kun hoito aloitetaan ajoissa, riski vakaville silmänpohjamuutoksille pienenee.

Tässä oppaassa esitellään diabeteksen aiheuttamia tärkeimpiä silmänpohjamuutoksia. Opas on suunniteltu ensisijaisesti apuvälineeksi optikoille, jotka tulkitsevat silmänpohjakuvia työssään.

Opas on koottu osana opinnäytetyötä Metropolia Ammattikorkeakoulun Optometrian tutkinto-ohjelmassa. Opinnäytetyön teoriaosuudesta saa lisätietoa mm. diabeteksestä, retinopatiasta sekä oppaassa on käytettyjen Optoksen optomap-silmänpohjakuvien kuvausmenetelmistä. Opinnäytetyö löytyy nimellä Diabeetikon silmänpohja Theseus-tietokannasta osoitteesta <https://www.theseus.fi> > Metropolia Ammattikorkeakoulu > Optometrian tutkinto-ohjelma.

Tiia Korpela  
Eveliina Tamminen



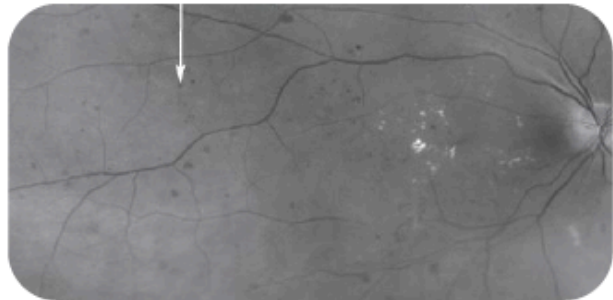
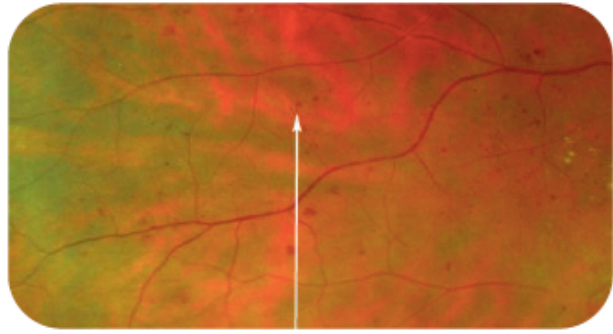
## Taustaretinopatia

// Tässä osiossa esitellään seuraavat taustaretinopatian aiheuttamat muutokset diabeetikon silmänpohjalla:

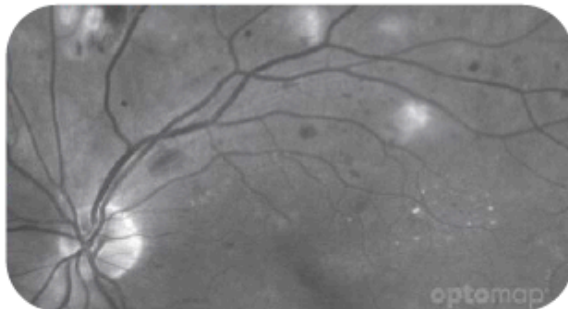
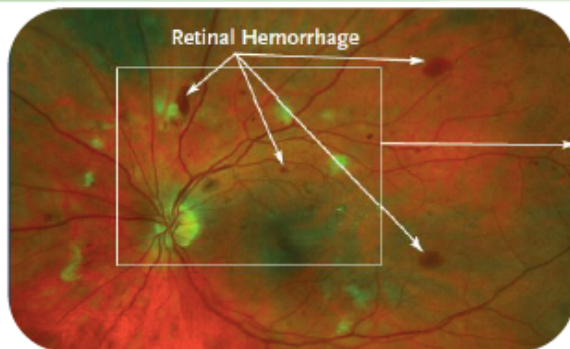
**Mikroaneurysmat**  
**Verenvuodot**  
**Mikroinfarktit**  
**Lipidit**  
**Makulaturvotus**  
**Venopatia**  
**IRMA**

## Mikroaneurysmat

- Näkyvät pyöreinä tai soikeina pisteinä silmänpohjassa.
- Ilmenevät yksinään tai laajasti levinneinä silmänpohjassa.
- Niitä voi ilmetä verisuonten päättymiskohdissa.
- Hapenpuutteesta johtuva löydös.
- Syntyvät verisuonten seinämien heikentyessä diabeteksen vaikutuksesta.
- Mikroaneurysmat voivat pysyä muuttumattomina kuukausia.



5



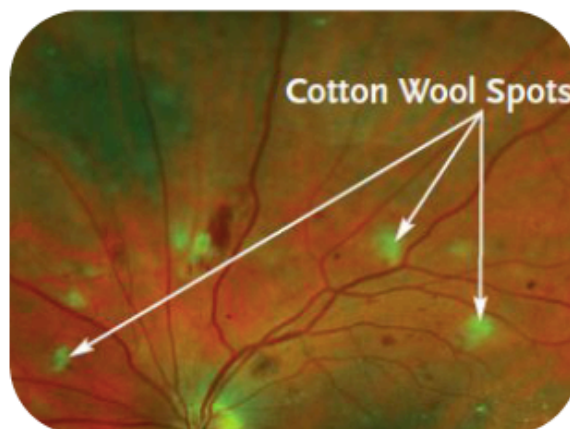
## Verenvuodot

- Muodoltaan epäsäännöllisiä ja täpläisiä.
- Seurausta repeämästä tai vuodosta hiussuonissa.
- Liekkimäiset verenvuodot viittaavat vuotoon hermosäiekerroksessa.
- Verenvuodot sijaitsevat syemmällä kuin mikroaneurysmat ja sen vuoksi niiden läpimitta on suurempi.

6

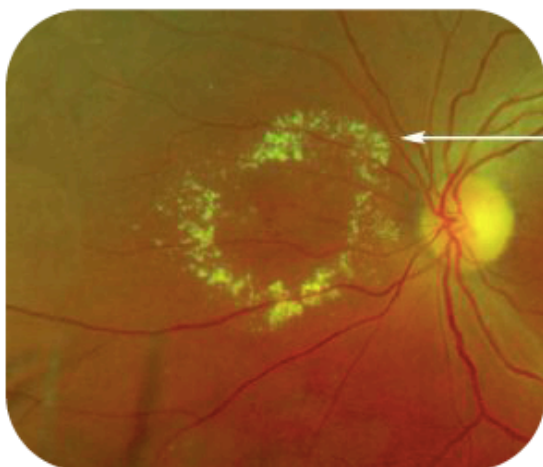
## Mikroinfarktit

- Kutsutaan myös pumpulipesäkkeiksi.
- Vaaleita tai kellertäviä pumpulimaisia turvotusalueita.
- Ilmenevät yksinään tai lähellä mikroaneurysmia ja verenvuotoja.
- Syntyvät aksonivirtauksen pysähtyessä hermosäikekerroksessa.



7

## Lipidit

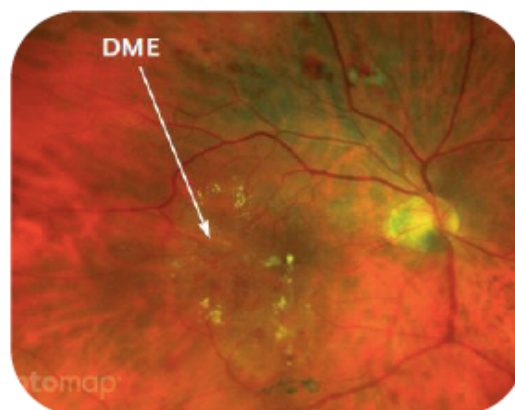


- Kutsutaan myös eksudaateiksi.
- Muodoltaan tarkkarajaisia.
- Voivat esiintyä 1) yksittäisinä tai 2) rengasmaisina, viivamaisina tai tähtiä muistuttavina muodostelmina.
- Syntyvät plasman tihkuessa hiussuonten endoteelin läpi.
- Makulan alueella lipidit viittaavat makulopatiaan.
- Ei tule sekoittaa druseneihin, joita pidetään normaalilöydöksinä ikääntyvän henkilön silmänpohjalla.

8

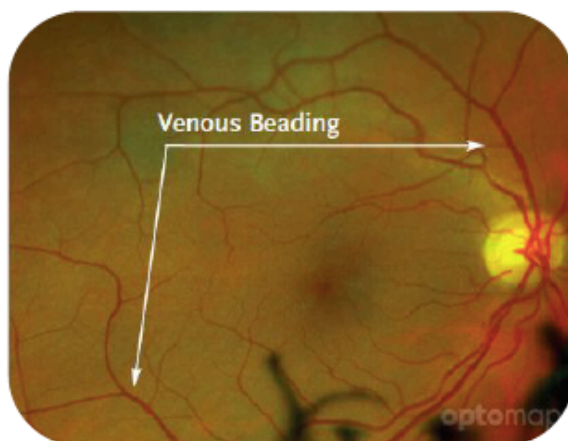
## Makulaturvotus

- DME = diabetic macular edema.
- Verkkokalvon turvotusta makula-alueella.
- Paksuuntunut verkkokalvo on väritykseltään harmahtava.
- Ilmenee verkkokalvon paksuuntumisena.
- Endoteelin tai pigmenttiepiteelin toimintahäiriö saa aikaan makromolekyyliden ja plasman kertymisen verkkokalvolle.



9

## Venopatia



- Venopatiassa laskimoiden seinämät ovat muodoltaan helminauhamaisia.
- Laskimon helminauhamaisuus näkyy verisuonen ontelon epäsäännöllisenä kapenemisena sekä laajenemisena verkkokalvon pikkulaskimoissa.
- Laskimoissa voi ilmetä myös silmukoita eli venaloopeja.
- Venopatiaa ilmenee verkkokalvon hapenpuutteen edetessä, jolloin se johtaa myös verkkokalvon uudissuonituksen muodostumiseen.

10

## IRMA

- IRMA eli intraretinal microvascular abnormalities.
- IRMA muutokset tarkoittavat epänormaalia verisuonien haarautumista sekä laajentumista.
- IRMA-muodostelmia voidaan havaita usein tukkeutuneiden hiusuonien ympärillä.



11

## Proliferatiivinen retinopatia

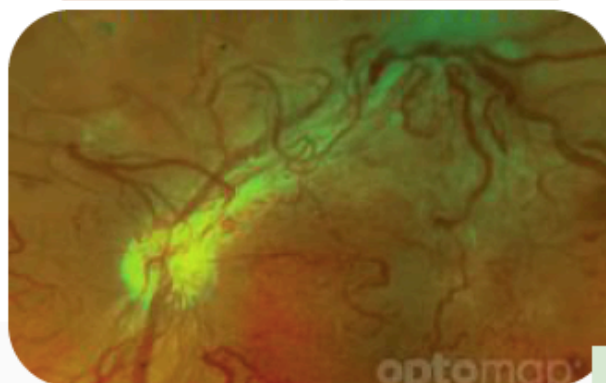
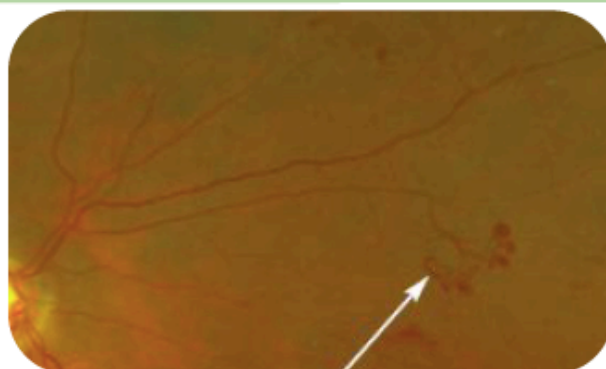
// Tässä osiossa esitellään seuraavat proliferatiivisen retinopatian aiheuttamat muutokset diabeetikon silmänpohjalla:

- Uudissuonitus**
- Verenvuodot**
- Fibrovaskulaarinen muutos**
- Verkkokalvon rhegmatogeeninen irtauma**
- Verkkokalvon vetoirtauma**

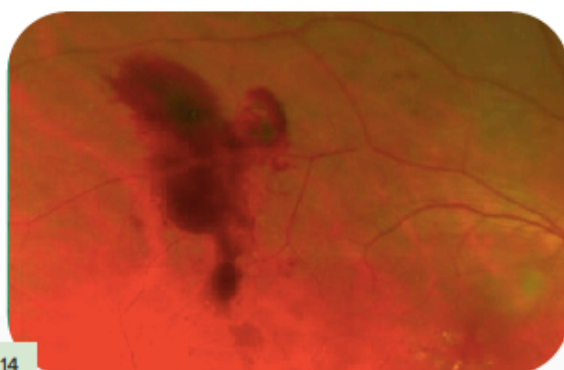
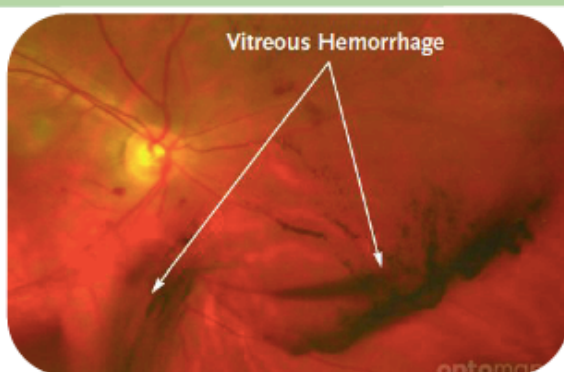
12

## Uudissuonitus

- Hiussuonten tukkeumat aiheuttavat hapenpuutetta verkkokalvolla, jolloin verisuonten endoteelin kasvutekijä (VEGF) lisääntyy.
- Hapenpuute stimuloi uudissuonten muodostumista.
- Uudissuonten seinämät ovat hauraita, jolloin ne vuotavat nestettä ympäristöönsä.
- Uudissuonituksen muodostumiseen voi liittyä verkkokalvon vaurioituminen ja jopa verkkokalvoirtauma.



13



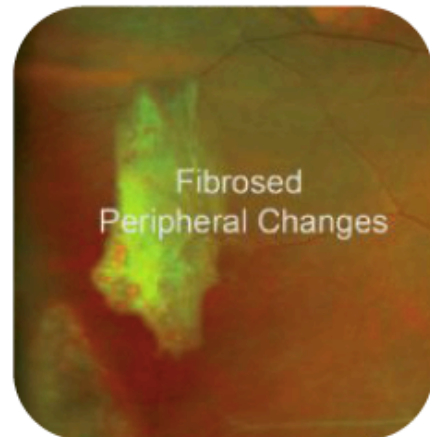
14

## Verenvuodot

- Laajat, tummanruskeat verenvuodot sijaitsevat verkkokalvon syvemmissä kerroksissa.
- Esimerkiksi lasiaisverenvuodot.
- Muodoltaan epäsäännöllisiä sekä epätarkkarajaisia.
- Löydökset viittaavat verkkokalvon hapenpuutteeseen.

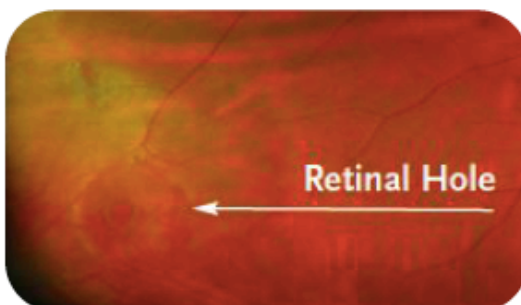
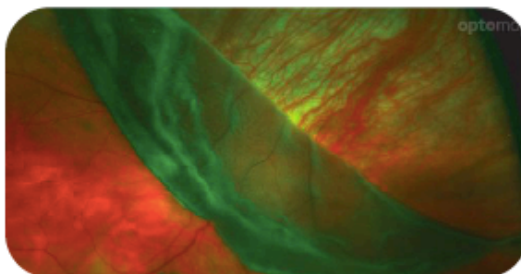
## Fibrovaskulaarinen muutos

- > Fibrovaskulaarinen muutos tarkoittaa arpikalvon muodostumista verkkokalvolle.
- > Uudissuonten hauraudesta johtuen niiden ympärille kasvaa arpikudosta tueksi.
- > Arpikalvo voi aiheuttaa vetoa verkkokalvolle, mikä voi johtaa verkkokalvon vetoirtaumaan.



15

## Verkkokalvon rhegmatogeeninen irtauma

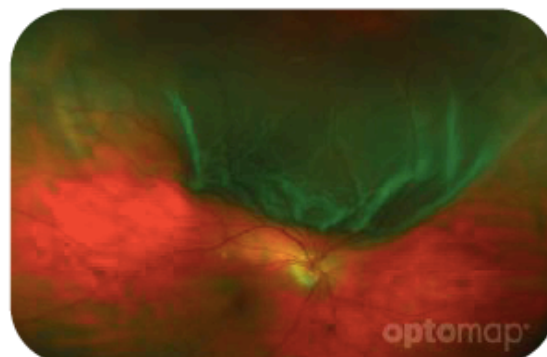


- > Lasiaisveto voi tehdä verkkokalvolle reiän, josta voi aiheutua rhegmatogeeninen verkkokalvoirtauma.
- > Sensorinen retina irtoaa pigmentti-epiteelistä aiheuttaen lasiaisnesteen tunkeutumisen verkkokalvolle.
- > Iän myötä tapahtuva lasiaisen takaosan irtauma lisää riskiä verkkokalvoreikien muodostumiselle.
- > Verenvuoto aiheuttaa näkökenttään samentuman, joka liikkuu.

16

## Verkkokalvon vetoirtauma eli traktioablaatio

- Verkkokalvo irtoaa alustastaan jännemäisten arpien, kuten uudissuonten arpikalvojen aiheuttaman vedon vuoksi.
- Pahimmillaan kiinnikkeet aiheuttavat verkkokalvoirtauman, joka voi edetä laajaksi.
- Uudissuonituksen arpikudos kiinnittyy lasiaisen takaosaan, kun lasiainen on vielä normaalisti kiinnittyneenä verkkokalvoon.
- Uudissuonet ovat herkkiä tihkumaan, mistä voi seurata lasiaisen rakenteen muutosta ja verenvuotoa lasiaiseen.



17

## Lähteet

American Optometric Association 2014. Eye Care of the patient with Diabetes Mellitus. Evidence based clinical practise guideline. St. Louis. Diabetesliitto n.d. Diabetestieto. Verkkodokumentti.  
<<http://www.diabetes.fi/diabetestieto>>  
Dodson Paul. 2009. Diabetic Retinopathy. Solvay Pharmaceuticals. Oxford University Press  
Feltgen, Nicolas – Walter, Peter 2014. Rhegmatogenous Retinal Detachment—an Ophthalmologic Emergency. Deutches Arzteblatt. Verkkodokumentti.  
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3948016/>>  
Forrester, John V. – Dick, Andrew D. – McMenamin, Paul G. – Roberts, Fiona 2008. The Eye – Basic Sciences in practice. 3. painos. Elsevier.  
Käypä hoito -suositus diabeettiseen retinopatiaan. Julkaistu 15.12.2014. Suomalaisen lääkäriseuran Duodecim, Suomen Silmäääkäriyhdistyksen ja Diabetesliiton lääkärineuvoston asettama työryhmä. Verkkodokumentti.  
<<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus?id=hoi50043>>  
Päivitetty 15.12.2014.  
Lahti, Hilikka. Diabeteksen hyvä hoito pysäyttää näön huononemisen. Diabetes 5/2012. Diabetesliitto. Verkkodokumentti.  
<[http://www.diabetes.fi/diabetesliitto/lehdet/diabetes-lehden\\_juttuarkisto/diabetes\\_ja\\_muut\\_sairaudet/diabeteksen\\_hyva\\_holto\\_pysaytaa\\_naon\\_huononemisen.4546.news](http://www.diabetes.fi/diabetesliitto/lehdet/diabetes-lehden_juttuarkisto/diabetes_ja_muut_sairaudet/diabeteksen_hyva_holto_pysaytaa_naon_huononemisen.4546.news)> Luettu 11.4.2016.  
Summanen, Paula – Von Wendt, Gunvor 2007. Diabeettisen retinopatian luokittelut. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2007;123(21):2641-7. Verkkodokumentti.  
<[http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/haku.jsessionid=6BCC21B163172E99C724A73EDF1EA66B?p\\_p\\_id=Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&\\_Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet\\_p\\_frompage-uusinumero&\\_Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet\\_viewType=viewArticle&\\_Article\\_WAR\\_DL6\\_Articleportlet\\_tunnus-duo96860](http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/haku.jsessionid=6BCC21B163172E99C724A73EDF1EA66B?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&p_p_lifecycle=0&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_p_frompage-uusinumero&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_viewType=viewArticle&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_tunnus-duo96860)>

 **optos**<sup>®</sup>  
Copyright Optos

18