

Huhtala Heidi, Kaukola Niina, Riikonen Maisa

Mitä kuvat kertovat?

Kuvaopas optikolle silmnpohjalöydösten tarkastelun avuksi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Optometrismi (AMK)

Optometria

Opinnäytetyö

28.3.2013

Tekijät Otsikko Sivumäärä Aika	Heidi Huhtala, Niina Kaukola ja Maisa Riikonen Mitä kuvat kertovat? Kuvaopas optikolle silmänpohjalöydösten tarkastelun avuksi 68 sivua 28.3.2013
Tutkinto	Optometrismi (AMK)
Koulutusohjelma	Optometrian koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Optometria
Ohjaajat	Lehtori Juha Päällysaho Lehtori Juha Havukumpu
<p>Opinnäytetyömme tarkoituksena on tuottaa optikoiden käyttöön opas apuvälineeksi silmänpohjan nopeaan seulontaan, tarkasteluun ja muutosten tunnistamiseen. Opas sisältää kuvia yleisimmistä silmänpohjan patologisista ja ei-patologisista muutoksista. Koimme aiheen ajankohtaiseksi johtuen optikoiden diagnostisten lääkeaineiden käyttöoikeudesta sekä silmänpohjakameroiden lisääntymisestä optikkoliikkeissä. Opas on PDF -muotoinen, jotta sen jakelu olisi mahdollisimman helppoa.</p> <p>Idean aiheesta löysimme syksyllä 2012 jo aiemmin toteutetusta opinnäytetyöstä vuodelta 2008, ”Sarveiskalvolta näköhermonpään: kyselytutkimus optikoille oftalmoskoopin, skiaskoopin ja tonometrin käytöstä sekä lisäkoulutustarpeista”. Kyselytutkimukseen vastanneista optikoista osa koki tarvetta silmänpohjien tutkimukseen avuksi olevalle oppaalle. Tätä taustaa vasten lähdimme ideoimaan opasta, joka auttaa silmänpohjien tutkimuksissa löydettävien silmänpohjamuutosten tunnistamista.</p> <p>Opas kattaa yleisimmät silmänpohjan keskeisen alueen muutokset. Käytämme oppaassa silmänpohjakameralla otettuja keskeisen alueen kuvia, koska optikoilla ei vielä juurikaan ole valmiuksia tutkia silmänpohjan laita-alueita. Saimme kuvamateriaalia optikko Pauli Kurunmäeltä Huittisten Näkökeskuksesta, Metropolia ammattikorkeakoulun lehtorilta Juha Päällysaholta sekä Englannista optometrismi Brian Tompkinsilta. Käytimme myös soveltuvia internet-sivustoja sopivien kuvien etsinnässä.</p> <p>Teoriaosuudessa käsittelemme verkkokalvon rakennetta, normaalia silmänpohjaa, erilaisia normaaliksi luokiteltavia muutoksia silmänpohjassa, yleissairauksien ja silmäsairauksien aiheuttamia muutoksia silmänpohjassa sekä oftalmoskopointitekniikkaa ja silmänpohjan valokuvausta. Opinnäytetyön teoriaosuudessa halusimme käydä laajalti läpi normaalin silmänpohjan tunnusmerkkejä ja rakennetta. Tällöin lukijan on mahdollista muodostaa mahdollisimman kattava ymmärrys ei-patologisista ja patologisista löydöksistä, ja sen perusteella arvioida ja tunnistaa muutoksia silmänpohjilla.</p>	
Avainsanat	silmänpohjien seulonta, tutkimus-opas, verkkokalvo, yleis- ja silmäsairaudet

Authors Title Number of Pages Date	Heidi Huhtala, Niina Kaukola and Maisa Riikonen "What do the pictures divulge?" A Guide of the Findings of Fundus for Optometrists 68 pages 28.3.2013
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Optometry
Specialisation option	Optometry
Instructors	Juha Päällysaho, Senior Lecturer Juha Havukumpu, Senior Lecturer
<p>The purpose of our thesis was to produce a helpful guide for optometrists to assist them in examining and interpreting, and the human fundus and fundus photographs. The guide consists of pictures of the most general non-pathological and pathological findings. We found this subject topical, because optometrists in Finland have recently got the license to use diagnostic drugs in their practice, and are now performing more comprehensive eye examinations. It seems that the optometric eye examination is expanding more towards to the health issues and overall eye condition not just refraction making. The guide is in a PDF-format to be as easy to access.</p> <p>The topic for the thesis was found in autumn 2012 after reading an earlier thesis from year 2008: "Usage of Ophthalmoscope, Retinoscope and Tonometer within Opticians". According to the results of a questionnaire made in this thesis there is a need for a guide of fundus examination.</p> <p>The pictures in the guide are focusing on central areas of the fundus, because examination of the periphery of the fundus is not yet common in optometrists' practice in Finland. Some of the pictures were given by Mr. Pauli Kurunmäki, Doctor Juha Päällysaho and Mr. Brian Tompkins. We also used reliable and valid internet sites when searching for the pictures.</p> <p>The theoretical part of the thesis consists of the structures of the human retina, normal fundus, normal changes of the fundus, changes caused by different general diseases and eye diseases, ophthalmoscopy technique and fundus photographing. We found it important to thoroughly illustrate the basic structures and conditions of the eye and its non-pathological findings to make a full comprehension of a normal fundus. When that knowledge is extensive enough, it's easier to analyze and recognize also the abnormal features of the fundus.</p>	
Keywords	fundus-screening, examination guide, retina, general and eye diseases

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Silmänpohjan rakenne	3
2.1	Verkkokalvon rakenne	3
2.1.1	Verkkokalvon kerrokset	4
2.1.2	Verkkokalvon eri solut	6
2.1.3	Verkkokalvon keskeinen alue	8
2.1.4	Verkkokalvon laita-alueet	9
2.2	Näköhermonpään rakenne	9
2.3	Suonikalvo	11
3	Normaali silmänpohja	12
3.1	Normaali näköhermonpää	12
3.2	Silmänpohjan verisuonet	13
3.3	Normaali makulan alue	14
4	Normaalit muutokset	15
4.1	Myopiaan liittyvät silmänpohjamuutokset	15
4.2	Tumma ja vaalea silmänpohja	16
4.3	Näköhermonpään pigmenttireuna	17
4.4	Verkkokalvon ja suonikalvon luomet	18
4.5	Myelinisoituneet hermosäikeet näköhermonpäässä	19
4.6	Verkkokalvon ja makulan rypytyminen	19
4.7	Ikääntymiseen liittyvät normaalit poikkeamat	20
5	Sairauksiin liittyvät silmänpohjamuutokset	22
5.1	Epänormaalit löydökset silmänpohjalla	22
5.2	ARMD	26
5.2.1	Kuiva, ei-eksudatiivinen muoto	26
5.2.2	Kostea, eksudatiivinen muoto	28
5.3	Vaskulaariset sairaudet	30
5.3.1	Ateroskleroosi ja kohonnut verenpaine	30
5.3.2	Verisuonitukokset	32
5.4	Näköhermossa esiintyvät patologiset muutokset	33
5.4.1	Atrofinen näköhermo	34
5.4.2	Näköhermon tulehdus	35

5.4.3	Näköhermon iskeeminen neuropatia	37
5.4.4	Papillaturvotus	37
5.4.5	Näköhermonpään drusen	39
5.4.6	Glaukooma	40
5.5	Diabetes	43
5.5.1	Taustaretinopatia eli nonproliferatiivinen retinopatia	44
5.5.2	Vaikea taustaretinopatia eli preproliferatiivinen retinopatia	45
5.5.3	Proliferatiivinen retinopatia	46
5.5.4	Diabeettinen makulopatia	47
6	Silmänpohjien tutkiminen	49
6.1	Silmänpohjien valokuvaus	49
6.2	Oftalmoskopiatuskimus	51
6.2.1	Monokulaarisen oftalmoskopian tutkimustekniikka	52
6.2.2	Suora ja epäsuora oftalmoskopia	54
6.2.3	Mitä tutkitaan?	56
7	Prosessin kuvaus	57
7.1	Työn vaiheet	57
7.2	Oppaan rakenne	58
8	Pohdinta	62
8.1	Jatkotutkimusehdotukset	64
8.2	Itsekritiikki	64
	Lähteet	66

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on tuottaa opas optikolle silmänpohjan seulontaa varten. Se kattaa yleisimmät silmänpohjan muutokset keskeisellä alueella, jotka optikon on mahdollista tunnistaa. Optinen ala on murroksessa, koska optikon työnkuvan kliinistä puolta painotetaan tulevaisuudessa entistä enemmän sekä uuden opetussuunnitelman että diagnostisten lääkeaineiden käyttöoikeuden myötä. Oikeus käyttää laajentavia tippoja helpottaa silmänpohjan tutkimista huomattavasti. Työmme aihe pohjautuukin näkemykseen, että optikot ammattikuntana osallistuisivat tärkeänä linkkinä eri sairauksien seulontaan. Silmänpohjan seulonta esimerkiksi silmänpohjakameroilla on yleistymässä optikkoliikkeissä. Optikon työnkuva on liukumassa silmän taittovirheen määrittämisestä ja silmälasien myynnistä yhä enemmän silmien terveydenhuollon suuntaan. Tämä opinnäytetyö on ideoitu ja toteutettu tätä muutosta silmällä pitäen.

Yhä useampi kehittyneissä maissa sairastuu aikuistyyppin diabetekseen tai kärsii korkean verenpaineen aiheuttamista oireista. Nämä sairaudet muiden yleistyneiden sairauksien ohella aiheuttavat muutoksia myös silmänpohjassa. Hoitamattomana ne voivat johtaa pahimmillaan sokeuteen. Näiden elintamosairauksien hoitoketjussa optikot toivottavasti tulevat olemaan mukana.

Idean opinnäytetyömme aiheesta saimme vuonna 2008 toteutetusta opinnäytetyöstä, ”Sarveiskalvolta näköhermonpäähän – Kyselytutkimus optikoille oftalmoskoopin, skiaskoopin ja tonometrin käytöstä sekä lisäkoulutustoitteista”, jonka tekijöinä ovat Paula Lindström ja Tuulia Tiainen. Aihe kiinnosti meitä, ja päätimme rajata sen koskemaan erityisesti silmänpohjaa. Halusimme oppia lisää silmänpohjan tutkimusmenetelmistä ja eri sairauksien vaikutuksista sekä tuottaa muitakin hyödyttävä opas.

Työmme koostuu kirjallisesta osiosta ja oppaasta. Kirjallisen osion teoriaosuudessa käsittelemme silmänpohjan rakennetta, normaalia silmänpohjaa, silmänpohjan valokuvausta sekä ei-patologisia ja patologisia silmänpohjan muutoksia. Teoriaosuus sisältää myös katsauksen yleisimpiin sairauksiin, jotka voivat aiheuttaa muutoksia silmänpohjassa. Kirjalliseen osioon sisältyy myös prosessin kuvaus, jossa käsitellään työmme vaiheita ja oppaan rakennetta sekä aivan lopuksi pohdintaosio. Itse opas on suunnattu optikoille silmänpohjan tutkimisen apuvälineeksi, josta käy ilmi yleisimpiä silmänpoh-

jassa havaittavia muutoksia. Kuvia oppaaseen saimme optikko Pauli Kurunmäeltä Huitisten Näkökeskuksesta ja Metropolian lehtori Juha Päällysaholta. Lisäksi optometristi Brian Tompkins lähetti laajemman kentän Optomap-kuvia, jotka mahdollistavat myös silmämääräisen laita-alueiden tarkastelemisen. Nämä laajemman kentän kuvat antavat hyvän vertailupohjan yleisemmin Suomessa otettaviin kuviin, koska laitetta ei Suomessa käytössä kuin yksittäisissä optikkoliikkeissä.

Opinnäytetyömme tavoitteena on tuottaa toimiva käsikirja optikon jokapäiväiseen käyttöön. Optikon muuttuva työnkuva asettaa monelle liikkeelle uusia haasteita, jolloin yksinkertaiset apuvälineet helpottavat työntekoa huomattavasti. Koska opas käsittelee myös ei-patologisia silmämuutoksia, auttaa se ymmärtämään silmämääräisyyksiä perusteellisemmin. Yhteistyö silmälääkärien kanssa on jatkossa entistä tärkeämpi osa optometristin työtä.

Tahdomme erityisesti kiittää lehtori Juha Päällysahoa hänen antamastaan avusta tämän työn toteutuksessa.

2 Silmänpohjan rakenne

Silmän takaosan pintaa peittää ohut ja paljain silmin havaitsematon hermokudoskerros, joka on silmän näkevä osa. Sitä kutsutaan verkkokalvoksi (*retina*), jonka tehtävänä on muuttaa silmään tuleva sähkömagneettinen valoenergia hermoimpulsseiksi, muunnella niitä sekä toimia tämän tiedon välittäjänä aivoille. Aivot muuttavat verkkokalvolta saadun tiedon näön eri toiminnoiksi, kuten tarkaksi näöksi, näkökentäksi, syvyysnäöksi ja värinäöksi. (Saari 2011: 25.) Seuraavissa alaluvuissa eritellään silmänpohjan rakennetta, sen eri kerroksia ja soluja, tarkan näön (*makulan*) aluetta sekä verkkokalvon laitaosia. Lopuksi esitellään näköhermonpään rakennetta ja suonikalvoa.

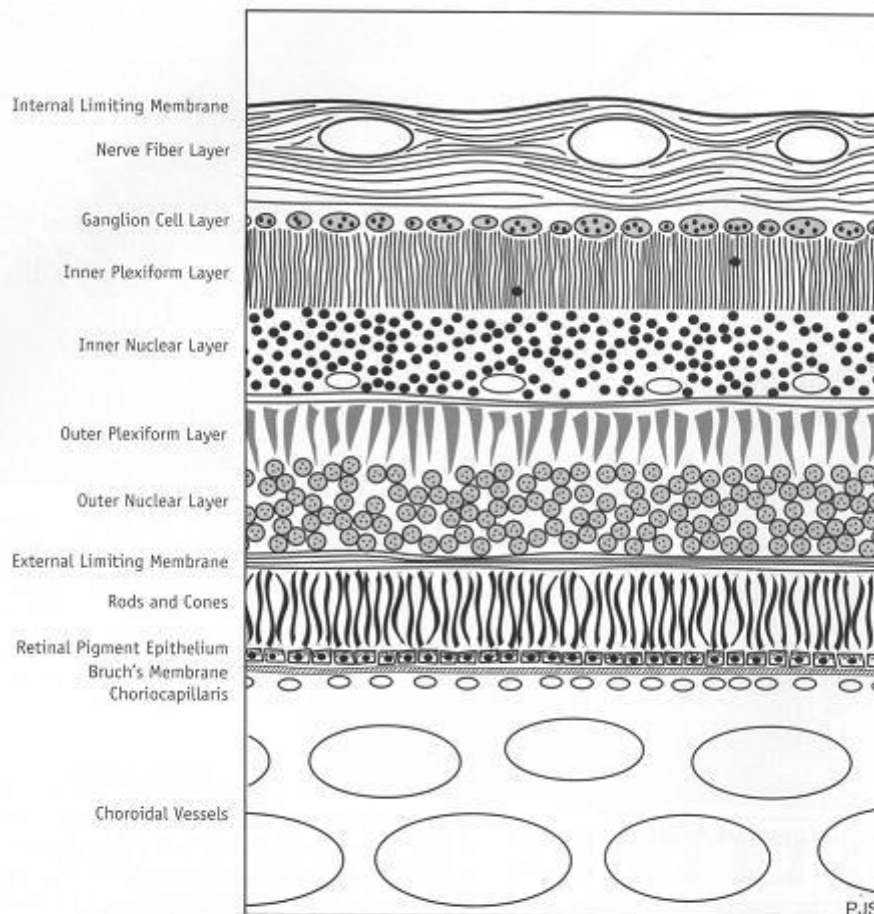
2.1 Verkkokalvon rakenne

Verkkokalvo voidaan jakaa karkeasti ottaen kahteen eri kerrokseen, sensoriseen verkkokalvoon ja pigmenttiepiteeliin. Näiden kahden kerroksen väliin jää niin kutsuttu subretinaalinen alue, jonka kautta ne kiinnittyvät toisiinsa. Sensorinen retina on kiinnittynyt voimakkaimmin näköhermonpään sekä verkkokalvon ulkolaidalla olevan ora serratan alueella pigmenttiepiteeliin. Ora serrata on sahalaitainen verkkokalvon etuosan alue. (Forrester – Dick – Lee – McMenamin 1999: 33–34.)

Verkkokalvo koostuu eri alueista. *Macula lutea*, eli silmän niin kutsuttu keltainen täplä on sen tarkan näkemisen alue. Se on halkaisijaltaan noin 1.5 mm ja sen keskellä on *fovea*, verkkokalvon keskikuoppa ja hyvin tarkasta näöstä vastaava pieni pistemäinen kuoppa *foveola*. Makulaa ympäröi 5-6 mm ympyränmuotoinen alue, jota rajoittaa ylä- ja alatemporaaliset verisuonet. Tämä alue on nimeltään ”*posterior pole*”, suomeksi silmän takanapa. *Papilla* eli näköhermonpää sijaitsee silmässä makulasta nenän suuntaan noin 3 mm matkan päässä. Verkkokalvon valoa aistivat fotoreseptorisolut puuttuvat tältä alueelta kokonaan, ja alue on näkökentässä toiminnallisesti sokea. Verkkokalvo päättyy suonikalvon ja silmän etuosassa olevan sädekehän rajalla muuntuen sädekehän sisemmäksi, pigmentittömäksi epiteeliksi. Aluetta kutsutaan verkkokalvon sahalaidaksi (ora serrata) sen nasaalipuolen sahalaitaisuuden vuoksi. (Forrester ym. 1999: 33–34; Saari 2011: 29–30.)

2.1.1 Verkkokalvon kerrokset

Verkkokalvon sensorinen kerros koostuu läpinäkyvästä, neutraalisesta kudoksesta. Väriiltään se on punertava. Sensorinen osa jaetaan vielä yhdeksään eri kerrokseen, joissa eri solut mahdollistavat näköärsyksen muodostumisen ja edelleen sen kuljettamisen näköhermoa pitkin näköaivokuorelle. Erityiset valoistinsolut muuntavat valoärsyksen hermoimpulsseiksi. (Forrester ym. 1999: 34; Saari 2011: 27.) Eri kerrokset esitetään kuvassa 1. Tämän lisäksi jokaista kerrosta kuvataan myös sanallisesti.



Kuvio 1. Piirroskuva verkkokalvon eri kerroksista. (Project Orbis Internatiolan Inc. 2003.)

Lasiaiskalvoa lähinnä olevaa kerrosta kutsutaan *sisemmäksi rajakalvoksi*. Sen muodostavat *Müllerin gliasolujen* päätelevyt. Nämä säteittäisesti muodostuneet solut ovat verkkokalvon tukisoluja, jotka ympäröivät verisuonia. Se toimii myös lasiaisen ja verkkokalvon rajapintana. Tästä seuraava kerros on *hermosyikerros*, jonka muodostaa verkkokalvon gangliosolujen aksonit. Hermosyikerros on paksuimmillaan lähellä näköhermon nystyä, missä hermosyylimput voidaan nähdä osin etenkin nuorilla ihmisillä.

Hermosyyt kulkevat kohtisuorasti näköhermon nystyä kohti tullessaan makulan alueelta, ja muualta tulevat syyt ovat kaarimaisia. Tätä seikkaa käytetään hyödyksi näkökenttäpuutoksia arvioitaessa. Jos tässä kerroksessa on verenvuotoja, ovat ne kerroksen säteittäisen muodon vuoksi liekin muotoisia. Muissa kerroksissa ne ovat läiskän muotoisia. (Tarkkanen 1995: 25; Saari 2011: 27; Schwartz: 1999: 11.)

Hermosyykerrosta seuraa *gangliosolukerros*. Se sisältää suurten gangliosolujen *soomat*, eli rungot. Sen paksuus vaihtelee verkkokalvon eri osissa, ollen ohuimmillaan periferiassa ja paksuimmillaan fovean alueella. Seuraava osa on *sisempi verkkomainen kerros*, joka sisältää *bipolaarisolujen* ja *amakriinisolujen* väliset liitospinnat, eli synapsit. *Sisempi tumakerros* koostuu bipolaarisolujen soomista. Koska sitä reunustaa sisempi ja ulompi verkkomainen kerros, myös *horisontaali-* ja *amakriinisolujen* sekä verkkokalvoa tukevien Müllerin solujen soomat ovat tässä kerroksessa. (Tarkkanen 1995: 24; Schwartz 1999: 11.)

Ulommassa verkkomaisessa kerroksessa sijaitsevat bipolaari- ja horisontaalisolujen tuojahaarakkeet sekä niiden fotoreseptorien kanssa muodostamat synapsit. Seuraavan osan, *ulomman tumakerroksen*, muodostaa fotoreseptorien eli näöstä vastaavien sauva- ja tappisolujen soomat. Tätä kerrosta seuraa fotoreseptorikerros, jossa sijaitsevat tappien ja sauvojen reseptoriosat. Nämä muodostuvat ulkoisesta ja sisäisestä segmentistä. Tappien sisäinen segmentti on paksumpi, sauvojen ohuempi, ja se sisältää paljon erilaisia soluelimiä. Fotoreseptorikerrosta seuraavaa osaa, *ulompaa rajakalvoa*, ei niimestään huolimatta varsinaisesti pidetä kalvona. Se erottaa fotoreseptorien sisemmät segmentit niiden tumasta. Müllerin solut linkittyvät myös näihin sisempiin segmentteihin. (Tarkkanen 1995: 27; Schwartz 1999: 11; Saari 2011: 28.)

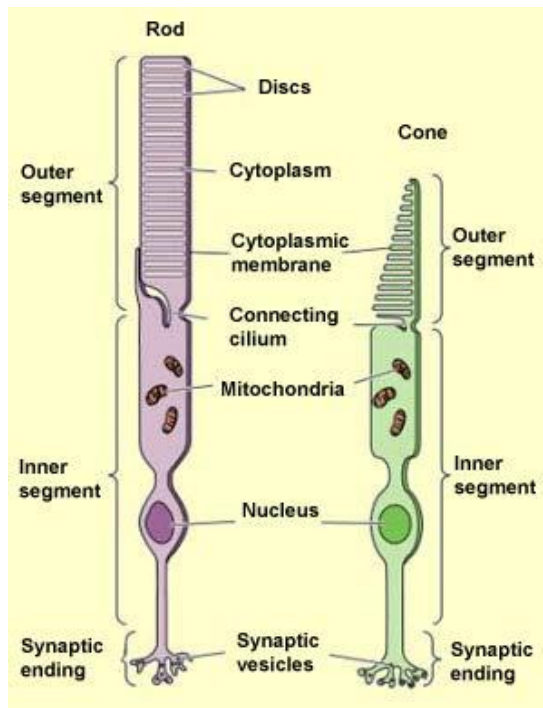
Lasiaisesta kauimmaista kerrosta kutsutaan *pigmenttiepiteeliksi*. Se ei osallistu visuaalisen tiedon koodaamiseen, mutta on tärkeässä roolissa verkkokalvon ravinnonsaannissa. Se on yksikerroksinen, sen solut ovat kuusikulmaisia ja sitä rajoittaa *Bruchin kalvo*. Pigmenttiepiteelin omat solut eivät uusiudu, mutta ne *fagosytoivat*, fotoreseptoreiden kärkiosia ja kalvopusseja, jotka uusiutuvat jatkuvasti. Tästä syystä silmän vanhentuessa pigmenttiepiteelin solut menettävät kuusikulmaisuuuttaan ja niihin alkaa kertyä *lipofuskiinia*. Se heikentää niiden toimintaa etenkin makulan alueella. Pigmenttiepiteeli on myös osa aineenvaihduntaa ja vitamiinien kuljetusta. Koska se on pigmentiltään tumma, imee se itseensä osittain valoa, jota fotoreseptorit eivät ime ja vähentää

näin valon siroamista silmässä. (Tarkkanen 1995: 27; Saari 2011: 28; Schwartz 1999: 10.)

2.1.2 Verkkokalvon eri solut

Verkkokalvon toiminta perustuu monien erilaisten solujen yhteistoimintaan. Tärkeimpiä valon impulsseja käsitteleviä soluja ovat fotoreseptorit (sauvat ja tapit), bipolaari- ja gangliosolut. Niiden toimintaan osallistuvat myös horisontaali- ja amakriinisolut. Verkkokalvon solut ovat järjestäytyneet hyvin tarkasti. (Forrester ym. 1999: 34.)

Fotoreseptorit toimivat valon vastesoluina ja muuntavat sen sähköimpulsseiksi. Tämä reaktio tapahtuu ensimmäisenä näkemisessä. Sauvat ovat pitkiä, kapeahkoja ja niimensä mukaisesti sauvasolun muotoisia soluja. Jokaisen sauvasolun ulkoisessa segmentissä on *rodopsiinia*, joka on valoherkkää pigmenttiä. Rodopsiini imee valohiukkasia (fotoneja) itseensä. Sen korkein absorptiotaso on noin 500 nm. Jokainen rodopsiinimolekyylipystyy tallentamaan yhden valon fotonin. Sauvat vastaavat skotooppisesta eli yönäöstä, joten ne eivät aisti värejä, vain joitakin harmaan eri sävyjä. Sauvoja on verkkokalvolla noin 115 miljoonaa. Kuva 2 esittää sauvan ja tapin solurakenteita. (Vaughan – Asbury – Riordan-Eva 1992: 190; Forrester ym. 1999: 35–36; Schwartz 1999: 30.)



Kuvio 2. Sauva- ja tappisolun rakenne. (Canadian Institutes of Health Care. 2012.)

Tarkasta näöstä vastaavia tappisoluja on verkkokalvolla noin 6,5 miljoonaa. Tappien avulla ihminen aistii värit ja pienet, tarkkaa näköä vaativat kohteet. Päiväaikaan näköjärjestelmä käyttää vain tappeja. Tapit eroavat sauvoista niin, että ne eivät kaikki sisällä samaa fotopigmenttiä. Ihmisen silmässä on tyypillisesti kolmea erilaista tappien fotopigmenttiä, lyhyttä, keskipitkää ja pitkää aallonpituutta aistivaa. Toisin sanoen ne ovat siniselle, vihreälle tai punaiselle valon aallonpituudelle herkkiä. Hämärän aikaan sekä sauvat että tapit toimivat yhtä herkästi. (Vaughan ym. 1992: 190; Forrester ym. 1999: 35; Schwartz 1999: 33.)

Bipolaarisoluja on verkkokalvolla noin 35,7 miljoonaa. Ne välittävät fotoreseptorien lähettämän informaation gangliosoluille. Makulan alueella bipolaari- ja gangliosolujen suhde on 1:1, mutta verkkokalvon reuna-alueilla yksi gangliosolu ottaa vastaan monen bipolaarisolun kautta välittyvää tietoa. Bipolaarisoluja on eri tehtäviin erikoistuneita versioita. Sauva-bipolaarisolut (*rod bipolar cell*) yhdistävät sauvasolut gangliosoluihin, kääntyvät kääpiö-bipolaarisolut (*invaginating midget bipolar cell*) yhdistävät tappeja fovealla. Kääntyvät hajottavat bipolaarisolut (*invaginating diffuse bipolar cell*) ovat erikoistuneita vain tiettyihin tappisoluihin. Litteät kääpiö-bipolaarisolut (*flat midget bipolar cell*) yhdistävät yksittäisiä tappeja yksittäisiin kääpiögangliosoluihin (*midget ganglion cell*). Litteät hajottavat bipolaarisolut (*flat diffuse bipolar cell*) liittyvät myös tappeihin. (Forrester ym. 1999: 37–38.)

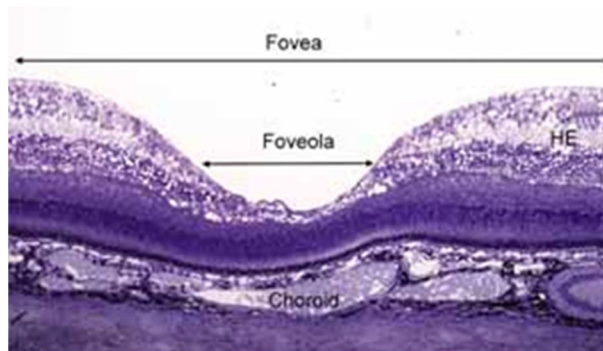
Horisontaalisolut ja amakriinisolut ovat osa verkkokalvon vaakatason tiedonsiirtoa. Yhtein horisontaalisoluun liittyy suuri määrä fotoreseptoreita suhteellisen laajalta alueelta verkkokalvoa. Osa horisontaalisoluista keskittyy vain tappeihin, osa sekä tappeihin että soluihin. Tappeihin liittyvillä soluilla on suurempi reseptiivinen kenttä kuin molempiin erikoistuneilla. (Forrester ym. 1999: 41; Schwartz 1999: 281.)

Gangliosolut ovat verkkokalvotasolla visuaalisen informaation viimeiset viestinviejät. Ne synnyttävät aktiopotentiaaleja ja saavat suojaavan myeliinitupen näköhermonpään jälkeen. Se nopeuttaa tiedonsiirtoa. Gangliosolun reseptiivinen kenttä riippuu sen sijainnista verkkokalvolla. Foveaalisilla gangliosoluilla reseptiivinen kenttä on pieni, kun taas perifeerisillä soluilla kenttä on huomattavasti suurempi. Koska gangliosoluja on verkkokalvolla noin 1,2 miljoonaa, teoreettisesti jako tappeja ja sauvoja kohden on noin 100 sauva ja neljästä viiteen tappia yhtä gangliosolua kohden. Gangliosolut voidaan jakaa kahteen eri luokkaan: *magno-* ja *parvosoluihin*. Parvosolut liittyvät yksinomaan yhden

bipolaarisolun ja amakriinisolujen kanssa eli siis myös yhden tapin kanssa. Magnosolujen reseptiivinen kenttä on suuri, sillä niihin kiinnittyvät kaikki bioplaarisolut kääpiöbipolaarisoluja lukuun ottamatta. (Forrester ym. 1999: 39, 41; Schwartz 1999: 284 – 285.)

2.1.3 Verkkokalvon keskeinen alue

Verkkokalvon keskeistä aluetta kutsutaan makulaksi. Sen keskellä oleva fovea on noin 2 1/2 - 3 näköhermonpään halkaisijan verran näköhermosta temporaaliseen suuntaan. Fovean alue on tummemman punainen johtuen verkkokalvon ohuudesta, jolloin pienet suonikalvon kapillaarit näkyvät paremmin. Se eroaa myös anatomialtaan muista verkkokalvon osista. Fovean keskikuopan, foveolan alueella on pelkästään tarkkaan näkemiseen erikoistuneita tappisoluja, sauvat puuttuvat sieltä kokonaan. Tappisolujen tiheys on omaa luokkaansa verrattuna muuhun verkkokalvoon, sillä niitä on fovean alueella noin 150 000/mm². Fovean tappisolut ovat kuitenkin muodoltaan poikkeuksellisesti sauvamaisia. (Tarkkanen 1995: 27–28; Saari 2011: 29; Schwartz 1999: 12, 36.)



Kuvio 3. Mikroskooppikuva fovean alueesta. (Duane's Ophthalmology 2006.)

Verkkokalvon kerroksista vain ulommaista verkkomaista kerrosta on foveolan alueella, jotta valonläpäisy olisi mahdollisimman esteetön. Tästä syystä myös kuopan reunat ovat verkkokalvon paksuin kohta, koska eri kerrokset ovat siirtyneet sivuun pois foveolalta. Fovea on avaskulaarinen, eli verisuoneton. Tämä havainnollistetaan kuvassa 3. Näin estetään valon haitallinen siroaminen suonista sekä taataan silmän maksimaalinen erottelukyky. Ravintonsa tappisolut (sekä foveaaliset että perifeeriset) saavat suonikalvon verisuonista. Pienestä fyysisestä koostaan huolimatta fovea on siis erittäin tärkeässä osassa visuaalisen informaation käsittelyssä. (Tarkkanen 1995: 28; Schwartz 1999: 12,14,16.)

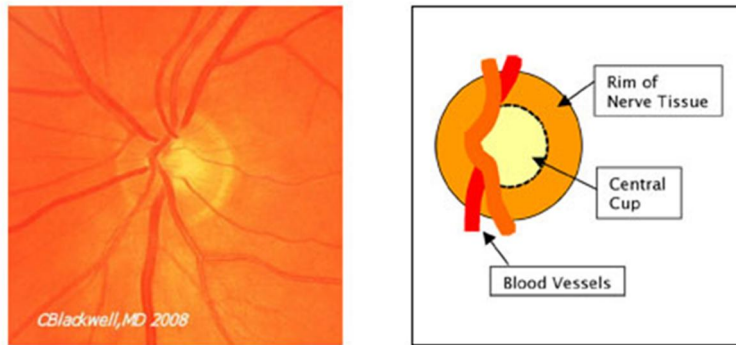
2.1.4 Verkkokalvon laita-alueet

Verkkokalvon laita-alueilla, periferiassa, esiintyy laajalti sauvasoluja. Verkkokalvo on laidoiltaan ohuempaa kuin keskiosastaan. Matka näköhermonpäästä ora serratiaan temporaalisesti on noin 23–24 mm ja nasaalisesti noin 18,5 mm. Gangliosoluja on vain yksi kerros perifeerisellä verkkokalvolla ja yksittäinen gangliosolu vastaa monen sauvasolun tuomasta informaatiosta. Perifeerisen verkkokalvon tehtävänä on lähinnä laita-alueiden ja yönäön ylläpitäminen. (Tarkkanen 1995: 29; Forrester ym. 1999: 34; Vaughan ym. 1992: 190.)

2.2 Näköhermonpään rakenne

Näköhermo vastaa osaltaan visuaalisen informaation kuljetuksesta näköaivokuorelle. Se on anatomialtaan ainutlaatuinen, sillä se on ainoa kanava keskushermostossa, joka poistuu kraniaalisesta kolosta. Se on myös ainoa keskushermoston osa, jota tutkija pystyy tarkastelemaan suoraan. (Forrester ym. 1999: 48.)

Näköhermonpää muodostuu gangliosolukimpusta, joka on varsinaisen näköhermon alku. Foveaaliset säikeet muodostavat noin 90 % kaikista verkkokalvolta lähtevistä aksoneista. Näköhermonpäästä aksonit jatkavat matkaansa hermoa pitkin silmäkuopan läpi optiseen kanaaliin. Näköhermonpään valkeahko ulkomuoto johtuu myeliinitubeista, jotka peittävät silmästä lähteviä aksoneita. (Forrester ym. 1999: 48; Schwartz: 1999: 12.) Kuvassa on 4 silmänpohjakuva ja rakennekuva näköhermonpäästä. Vasemmalla on lähikuva näköhermosta. Tummanpunaiset paksummat suonet ovat laskimoita ja vaaleammat oranssit suonet valtimoita. Ne kulkevat silmän sisään näköhermonpään kautta. Näköhermonpään keskuskuopan ympärillä näkyvä neuraalinen reuna on joka kellonsuunnassa leveydeltään samankokoinen.



Kuvio 4. Normaali näköhermonpää. Oikealla on havainnollistava kuva näköhermonpään rakenteesta, jossa esitetty sen verisuonia, keskuskuoppa ja neuraalinen reuna. (Graig Blackwell Ophthalmology 2008.)

Näköhermo voidaan jakaa neljään eri osaan: *intraokulaariseen*, *orbitaaliseen*, *intrakanaliseen* ja *intrakraniaaliseen*. Intraokulaarinen osa on 1 mm pitkä ja se ulottuu näköhermonpään pinnalta kovakalvon takaosiin. Hermosäikeet eivät ole myelinisoituneita intraokulaarisessa osassa. Verkkokalvon ja suonikalvon kerrokset päättyvät näköhermonpään reunalla. Tästä syystä syntyy ”sokea piste”- ilmiö. (Forrester ym. 1999: 48; Tarkkanen 1995: 29.)

Hermostäikeet kulkevat seulamaisen kudoksen, *lamina cribrosan* eli seulalevyn läpi, joka täyttää kovakalvon takaosan kuopan. Lamina cribrosa muodostuu epäsäännöllisistä kollageenisäiekimpuista, jotka erottuvat gliakudoksen peittämistä aksoneista. Gliakudos suojaa hermokudoksia. (Forrester ym. 1999: 49–50.)

Orbitaalinen osa näköhermoa alkaa seulalevyn takaa. Silmän yksi tärkeimmistä suonista, keskusvaltimo, liittyy näköhermoon noin 12 mm silmän takana. Tässä osassa näköhermoa peittää aivokalvon kolme kerrosta: pehmyt-, lukin-, ja kovakalvo. Hermostäikeiden myelinisaatio tapahtuu erityisten solujen, *oligodendrosyyttien* avulla. Orbitaalinen osa näköhermosta on hieman S-kirjaimen muotoinen, joka sallii silmien liikkeen koko kirjon venyttämättä hermoa. (Forrester ym. 1999: 50; Tarkkanen 1995: 30.)

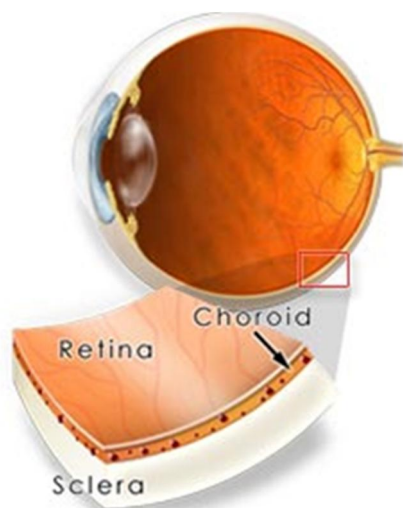
Intrakanikulaarinen osa näköhermoa läpäisee optisen kanaalin silmävaltimon ja sympaattisten hermojen kanssa. Tämä osa on herkkä silmäkuopan murtumille. Silmälihasten alkupiste kiinnittyy optisen kanaalin sisäpuolelle. Lyhyt intrakraniaalinen osa yhdistää näköhermon näköradan seuraavaan osaan, *optiseen kiasmaan*. (Tarkkanen 1995: 30.)

2.3 Suonikalvo

Suonikalvo (*Choroidea*) on ohut, hyvin pigmentoitunut ja verisuonittunut kerros silmän kovakalvon ja verkkokalvon Bruchin kalvon välissä. Se koostuu kolmesta verisuonten kerroksesta. Suonten ontelot ovat sitä suurempia, mitä syvemmillä ne ovat kalvossa. Silmän takaosassa suonikalvo kiinnittyy tiukasti näköhermon reunoihin ja etuosastaan sädekehään. Sen verisuonet ravitsevat verkkokalvon uloimpia osia. (Forrester ym. 1999: 45; Vaughan ym. 1992: 9.)

Suonikalvo voidaan jakaa kolmeen kerrokseen. Bruchin kalvo on sen sisin osa ja lähimpänä verkkokalvon pigmenttiepiteeliä. Bruchin kalvossa sijaitsee suonikalvon ja pigmenttiepiteelin kapillaarien tyvikalvot. Bruchin kalvon alla oleva hiussuonikerros on suonikalvon verkkokalvon fotoreseptoreita ruokkiva osa. Tarkan näön alueella kapillaarien verkko on suurin. Suonikalvon stroomassa ovat sen suurimmat verisuonet, fibroblastit ja melanosyytit. (Forrester ym. 1999: 46 – 47; Saari 2011: 24 – 25.)

Valtimoveri tulee suonikalvoon pääosin pitkistä ja lyhyistä takimmaisista siliaarivaltimoista. Myös etummaisista siliaarivaltimot osallistuvat suonikalvon verenkiertoon. Laskimoveri poistuu suurten pyörrelaskimoiden kautta. (Forrester ym 1999: 47; Saari 2011: 25.) Kuva 5 esittää silmän eri kerroksia. Suonikalvo sijaitsee verkkokalvon ja kovakalvon välissä.



Kuvio 5. Suonikalvo sijoittuu verkkokalvon (retina) ja kovakalvon (sclera) väliin. (St. Lukes Cataract & Laser Institute 2012.)

3 Normaali silmänpohja

Silmänpohja näkyy normaalisti punertavana, punerruksen tummuuden vaihdellessa henkilön pigmentaation mukaan. Pigmentaatio voi vähentyä iän mukana sekä suuressa myopiassa. (Grosvenor 2007: 152, 155.) Seuraavissa alaluvuissa eritellään normaalin silmänpohjan eri osia.

3.1 Normaali näköhermonpää

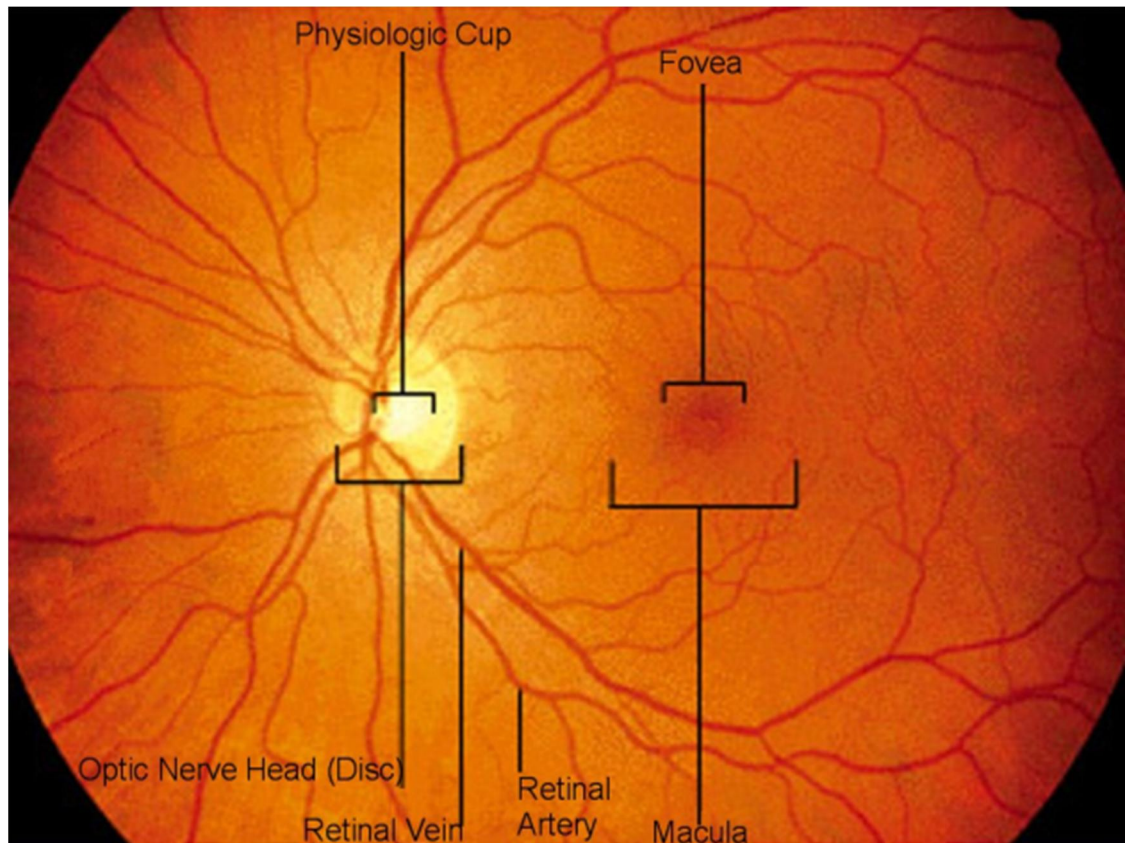
Näköhermonpää on tavallisesti ensimmäinen tarkasteltava rakenne silmänpohjantutkimuksessa. Näköhermonpäää tutkittaessa tarkastellaan seuraavia seikkoja; väriä, korkeustasoa, reunojen näkyvyyttä sekä keskuskuopan syvyyttä, kokoa ja muotoa. Tutkija etsiiikin ensimmäisenä näköhermonpään. Näköhermonpään muoto vaihtelee pyöreästä ovaaliin ja on halkaisijaltaan 1,5 – 1,7 millimetriä. (Grosvenor 2007: 152; Vaughan ym. 1992: 13.)

Väritään näköhermonpää on keltaisen-punainen tai vaaleanpunainen ja väri voi olla voimakkaampi nasaalisella puolella, kun taas temporaalipuoli voi olla vaaleampi. Vaaleanpunaisen vivahteen näköhermonpäälle antavat sen pienet verisuonet, mutta kuitenkin näköhermonpää on vaaleampi kuin muu silmänpohja. Keskeisin alue näköhermonpäästä, keskuskuoppa, voi olla vielä vaaleampi väritään kuin muu näköhermo, ja kovakalvon seulalevy voi olla erotettavissa. (Grosvenor 2007: 152 - 153.)

Näköhermonpään reunat ovat normaalisti tarkkarajaiset ja niillä voi esiintyä pigmentaatiota ohuena kehänä, erityisesti temporaalisella puolella. Kovakalvo voi myös näkyä näköhermonpään temporaalireunoilla valkeana sirpinmuotoisena alueena. Tämä on tavallista myopiassa kun sekä verkkokalvo että suonikalvo vetäytyvät pois näköhermolta. (Grosvenor 2007: 153.)

Näköhermonpään keskellä on erotettavissa usein fysiologinen ekskavaatio eli keskuskuoppa. "Cup/disc" -suhde (C/D -suhde) on kätevä tapa määrittellä keskuskuopan koko. Nimensä mukaan se tarkoittaa keskuskuopan ja näköhermonpään välistä suhdetta, joka ilmoitetaan desimaalilukuna. Cup/disc -suhde arvioi keskuskuopan halkaisijaa verrattuna näköhermonpään halkaisijaan. Esimerkiksi 0.5 kertoo, että keskuskuopan halkaisija on puolet näköhermonpään halkaisijasta. Suhdetta pidetään normaalina kun

suhdeluku on 0.5 tai sitä pienempi arvo. Cup/disc -suhde tulisi olla molemmissa silmissä lähes samanlainen, jo 0.2 ero silmien välillä on merkittävä. (Grosvenor 2007: 154; Mäkelä 2012: 2.) Seuraavassa kuvassa on esitetty keskuskuoppa ja näköhermonpää sekä muita silmänpohjan rakenteita, joista kerrotaan seuraavissa alaluvuissa.



Kuvio 6. Normaali silmänpohja. (Master Eye Associates n.d.)

3.2 Silmänpohjan verisuonet

Silmänpohjan verisuonet tulevat esiin näköhermonpään keskuskuopasta. Verkkokalvon keskuslaskimo ja valtimo jakautuvat ylös ja alas suuntautuviin päähaaroihin, jotka jakautuvat temporaalisiin ja nasaalisiin laskimo- ja valtimohaaroihin. (Grosvenor 2007: 153 - 155; Saari 2011: 235).

Tutkittaessa verkkokalvon verisuonia tarkastellaan valtimoiden ja laskimoiden paksuussuhdetta eli A/V -suhdetta, valtimoiden ja laskimoiden risteymiä, suonien kiemuraisuutta, valtimoiden heijastetta sekä valtimoiden ja laskimoiden pulsaatiota. Arteriat eli valtimot ovat vaaleamman punaisia kuin laskimot, suoraa ja niissä näkyy vaalea sel-

käheijaste. Venat eli laskimot ovat tumman punaisia, kiemurtelevia ja sykkiviä. Normaali valtimoiden ja laskimoiden välinen paksuussuhde on 2:3 ja/tai 3:4, eli valtimot ovat ohuempia kuin laskimot. Kun katsotaan oftalmoskoopilla verkkokalvon valtimoa, tutkija ei näe sen seiniä, vaan pelkän veripilarin ja sen heijasteen. (Grosvenor 2007: 153 – 155; Vaughan ym. 1992: 15.)

Venapulsaation havaitsee normaalisti parhaiten näköhermon kohdassa, jossa laskimo katoaa näköhermon sisään. Venapulsaatio on normaali löydös, joka näkyy 80 % ihmisistä. (Saari 2011: 237).

3.3 Normaali makulan alue

Makula-alue on noin 5 millimetrin läpimittainen verkkokalvon keskiosa, joka sijoittuu näköhermonpään temporaalipuolelle ylä- ja alatemporaalisuonikaarien väliin. Makulan keskiosan keskikuoppa eli fovea centralis, on tummempi ja pigmentoituneempi alue. Makulan keskiosan alue näkyy yleensä tummempana kuin muu verkkokalvo, koska verkkokalvon pigmenttiepiteeli on sen kohdalla tiiviimpi kuin muualla verkkokalvolla. Tämä auttaa tutkijaa paikallistamaan makulan, ja näin etsimään fovean heijastetta. Keskikuopan syvin, pistemäinen osa on foveola. (Saari 2011: 232; Grosvenor 2007: 155.)

Oftalmoskoopilla on nähtävissä foveolan heijaste pienenä valotäplänä, ja se on havaittavissa helpommin lapsilla kuin aikuisilla. Tutkijan tulisi aina katsoa löytyykö foveolan heijaste. Jos se löytyy, katsotaan onko se kirkas, samea vai häidin tuskin nähtävissä. Jos heijastetta ei näy, on syytä epäillä makulaan liittyvää sairautta. On kuitenkin normaalia, että vanhemmilla henkilöillä heijastetta ei aina ole näkyvissä. (Grosvenor 2007: 155.)

4 Normaalit muutokset

Silmänpohjien tutkimuksessa voidaan havaita sekä patologisia muutoksia että normaaleiksi luokiteltavia muutoksia. Nämä löydökset tuovat poikkeaman aiemmin luvussa 3. esiteltyihin normaalin silmänpohjan tunnusmerkkeihin, mutta ne eivät kuitenkaan ole vielä sairauksiin viittaavia löydöksiä. (Fletcher – Still 1998: 31 – 39.) Seuraavissa alaluvuissa käsitellään tällaisia normaaleiksi poikkeamiksi eriteltäviä silmänpohjalöydöksiä.

4.1 Myopiaan liittyvät silmänpohjamuutokset

Mitä suuremmaksi aksiaalisen likinäköisyyden eli myopian määrä kasvaa, sitä todennäköisemmin silmänpohjista on nähtävillä silmän pituuskasvun mukanaan tuomia muutoksia. Kun myopian määrä on yli -3.00 dioptriaa, on tyypillistä, että näköhermonpään ympärillä näkyy oftalmoskoopisessa tutkimuksessa puolikuun muotoinen, sirppimäinen vaalea alue, jossa puolikuun selkäpuoli on näköhermonpään temporaalipuolella. Tällä alueella verkkokalvo ja suonikalvo ovat vetäytyneet, venyneet ja ohentuneet silmän pisimmästä kohdasta näköhermonpään temporaalireunalta aiheuttaen kovakalvon vaa-leuden kuultamisen verkkokalvon läpi. (Grosvenor 2007: 59– 60, 153.)

Kovakalvon sirppimäinen paljastuminen voi kuitenkin sijaita myös näköhermonpään nasaalipuolella. Etenkin suurissa myopioissa kovakalvon heijaste voi ympäröidä tasaisesti koko näköhermoa. Paljastuneen alueen koko on suhteessa myopian määrään siten, että suuremassa myopiassa on yleensä näkyvillä suurempi puolikuu tai kokoympyrän muotoinen alue näköhermonpään ympärillä. (Grosvenor 2007: 59– 60.)

Näköhermonpäästä voidaan myös havaita muita likinäköisyydelle tyypillisiä ominaisuuksia, kuten normaalia laajempi ja syvempi kuppi, jossa syvin kohta on nasaalipuolella ja loivin temporaalipuolella näköhermonpäästä. Tällaisessa kallistuneessa kupissa verkkokalvon verisuonet työntyvät kupin pohjalta näköhermonpään diskini nasaalipuoleista reunaa kohden. (Grosvenor 2007: 59– 60.) Kuva 7 kuvaa likitaitteista silmänpohjaa.



Kuvio 7. Likitaitteisen silmän silmänpohjakuva. Näköhermonpää on kallistunut temporaalipuolelle. Näköhermonpään temporaalireunalla näkyy puolikuun muotoinen vaalea alue, jonka kohdalla verkkokalvo on venynyt ja ohentunut. Tämä on yleinen löydös likitaitteisessa silmässä, jossa silmän aksiaalinen pituus on tavallista suurempi. (Graig Blackwell Ophthalmology 2008.)

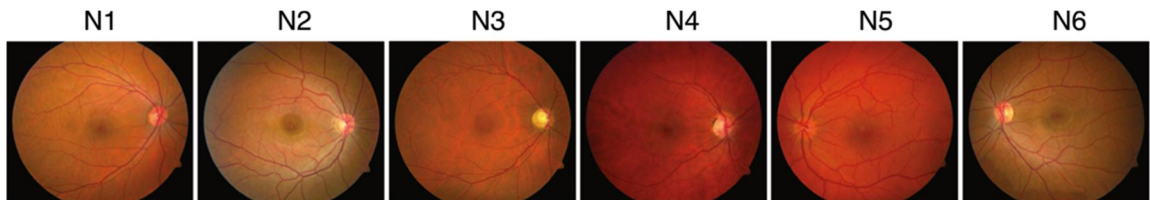
Vaikka tietyt myopiaan liittyvät lievät silmänpohjamuutokset ovat yleisiä ja likinäköiseen silmään normaalisti kuuluvia poikkeamia, voi myopiaan liittyä pahimmillaan myös vakavia patologisiksi luokiteltavia löydöksiä. Myopian aiheuttama verkkokalvon rappeutuminen sekä lasiais- ja verkkokalvoirtaumat ovat tällaisia vakavia myopian seurauksia, jotka voivat aiheuttaa näkökenttäpuutoksia, heikkonäköisyyttä ja jopa sokeutumista. (Grosvenor 2007: 59, 411.)

4.2 Tumma ja vaalea silmänpohja

Silmänpohjan yleisväritys vaihtelee roduittain. Tyypillinen vaalean eurooppalaisen silmänpohja on väriltään oranssinpunertava ja yleissävyltään tummaihoisen ihmisen silmänpohjaa vaaleampi ja vähäpigmenttisempi. Tummillä roduilla silmänpohja on tummempi ja tiheämmin pigmentoitunut. Joillakin roduilla silmänpohjan väri voi olla tiheän pigmentin vuoksi aivan tumman ruskea, josta papilla voi erottua vaaleampana ja punertavampana. Albiinoilla ja hyvin vaaleilla roduilla silmänpohja näyttää kalpealta, ja pigmentin vähyyden vuoksi kovakalvon valkea väri saattaa erottua verkkokalvon läpi. Tällöin verkkokalvon ja suonikalvon verisuonet erottuvat selkeästi vaaleaa taustaansa vasten. (Fletcher – Still 1998: 35; Grosvenor 2007: 153,155.)

Silmänpohjan taustaväri (*fundus background*) voi olla kauttaaltaan tasainen tai laikuikas, jolloin värityksen aiheuttajana on verkkokalvon pigmenttiepiteeli. Yleensä väripig-

mentti vähenee silmänpohjan reunoilla, koska siellä pigmenttiepiteeli myös ohenee. Kuvassa 8 on esitelty taustaltaan erivärisiä silmänpohjia. Yleistä on myös makulan alueen tiheämpi väritys muuhun silmänpohjaan verrattuna. (Fletcher – Still 1998: 150–151; Grosvenor 2007: 155.)



Kuvio 8. Kuusi silmänpohjakuvaa (N1-N6) normaaleista, terveistä silmänpohjista. Kaikki kuvat ovat eri henkilön silmistä. Silmänpohjan taustaväri vaihtelee ihmisillä yksilöllisesti ja roduittain. (Spie Digital Library 2011.)

4.3 Näköhermonpään pigmenttireuna

Näköhermonpään ympärillä voi esiintyä tummaa pigmentaatiota, joka näkyy rengasmaisena ohuena reunana joko koko näköhermonpään ympärillä tai tyypillisimmin sirpin muotoisena näköhermon temporaalireunalla. Tällainen löydös johtuu näköhermonpäättä ympäröivän neuraalisen verkkokalvon vetäytymisestä, joka tuo hieman näkyviin sen alla olevaa suonikalvon ja pigmenttiepiteelin pigmenttiä. Tämä on aivan normaali silmänpohjalöydös. (Grosvenor 2007: 153.) Kuvassa 9 näkyy tummentunutta aluetta näköhermonpään ympärillä.

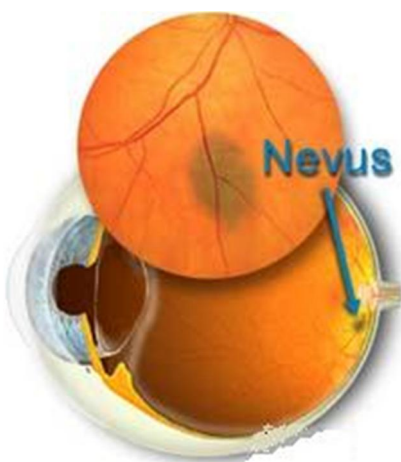


Kuvio 9. Tummentunut alue näköhermonpään ympärillä on sen pigmenttireuna. (Metropolia ammattikorkeakoulu 2012.)

4.4 Verkkokalvon ja suonikalvon luomet

Verkkokalvolla voi olla suonikalvonlaisia pigmenttikertymiä, jotka näkyvät pieninä, halkaisijaltaan alle 5 mm kokoisina, tummina pigmentoituneina pisteinä oftalmoskoopissa tutkimuksessa. Silmänpohjan luomet ovat pyöreitä tai ovaalinmuotoisia, sävyltään harmahtavan-vihreitä tai harmahtavan-sinisiä, hyperpigmentoituneita reunoiltaan selvärajaisia muutoksia. Niiden yhteydessä voi hyvin esiintyä myös vaaleita drusen -kertymiä. Tällaiset löydökset ovat yleisiä ja useimmiten vaarattomia. Ne ovat verrattavissa kasvojen tai silmän värikanalon luomiin tai ihon pisamiin (ylipigmentoituneet solut), ja harvoin aiheuttavat haittaa. Verkkokalvon pigmenttiepiteelin tai suonikalvon luomia esiintyy noin viidellä prosentilla ihmisistä, ja ne ovat tyypillisempiä tummaihoisen ihmisen silmänpohjissa. (Cassel – Billig – Randall 2001: 376; Grosvenor 2007; 155– 156; Kanski 2003: 327.)

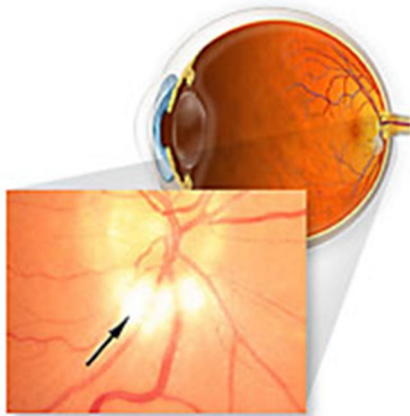
Yleensä tällaiset löydökset säilyvät muuttumattomina läpi vuosien, mutta jos ne muuttavat muotoaan tai laajenevat, voi kyseessä olla patologinen löydös, kuten esimerkiksi melanooma. Verkkokalvon pigmenttiläiskät on syytä kirjata ylös, jotta myöhemmin voidaan todeta niiden säilyminen muuttumattomina. Vain epäilyttävän näköiset löydökset vaativat aktiivista seurantaa. Epäilyttävä, normaalista löydöksestä poikkeava verkkokalvon luomi voi olla suurikokoinen, paksu ja pahkurainen. (Cassel ym. 2001: 376; Kanski 2009: 286– 287; Kanski 2003: 327– 329.) Kuvassa 10 on esitettyä suonikalvon luomi.



Kuvio 10. Suonikalvon luomi (nevus). Pigmentoitunut, litteä alue verkkokalvolla. (St. Lukes Cataract & Laser Institute 2012.)

4.5 Myelinisoituneet hermosäikeet näköhermonpäässä

Joskus näköhermonpäässä ja sen ympärillä on nähtävissä valkoista höyhenmäisen näköistä myeliiniä, joka ympäröi verkkokalvon hermosäikeitä. Normaalisti myeliiniä ei nähdä oftalmoskooppisessa tutkimuksessa, koska myeliinitupet ympäröivät näköhermon hermosäikeitä vasta silmän takana skleera-aukosta alkaen, jolloin myeliini ei näy silmän sisällä. Verkkokalvon puolelle yltäessään myeliini voi kuitenkin peittää näkymän papillaan ja sen ympäristöön, jos sitä esiintyy runsaasti. Ydintupelliset hermosäikeet ovat vaarattomia synnynnäisiä silmänpohjalöydöksiä. (Grosvenor 2007: 154; Hollwich 1985: 222– 224; Setälä – Lemberg – Vesti 2010: 1585.) Kuva 11 esittää näköhermonpään lähellä näkyviä myelisoituneita hermosäikeitä.

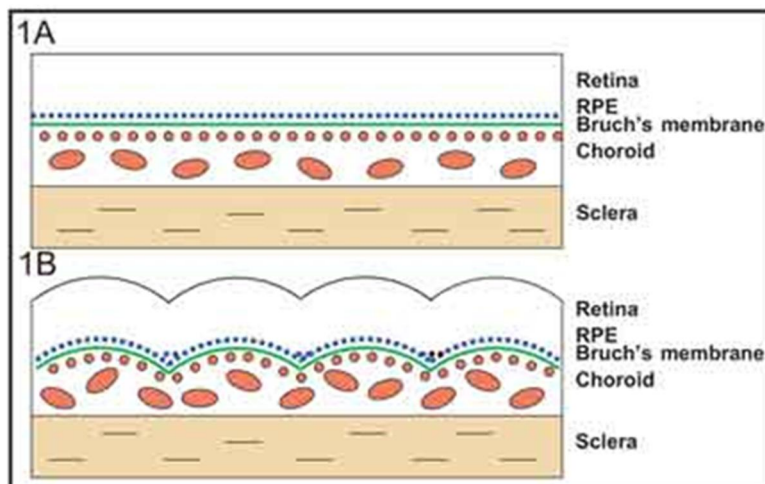


Kuvio 11. Nuolella osoitettuja myelinisoituneita hermosäikeitä näköhermonpäässä. (St. Lukes Cataract & Laser Institute 2012.)

4.6 Verkkokalvon ja makulan rypytyminen

Joskus verkkokalvon päälle kasvaa kelmumaisen läpikuultava, pinnaltaan rypyttynyt kalvomuuutos (*cellophane maculopathy, epi-retinal membrane formation, macular pucker*). Tällöin silmänpohjatutkimuksessa voidaan havaita verkkokalvon pinnalla sellonfaaninomaista, juovamaista, rypyttynyttä pintarakennetta. Ilmiö on yleensä harmiton, etenkin esiintyessään perifeerisellä verkkokalvolla, mutta makulan alueelle ulottuessaan se voi aiheuttaa ongelmia. (Cassel ym. 2001: 394; Erickson 2012; Gasperini ym. 2006; Kanski 2009: 347.)

Verkkokalvon värillinen juovikkuus voi puolestaan johtua poimuttuneesta suonikalvosta (*chorioretinal folds*), joka aiheuttaa rypyjä verkkokalvon pintaan saakka. Tätä havainnollistetaan kuvassa 12. Kuvion yläkuvassa on esitetty normaali verkkokalvo ja alakuvassa rypyttynyt verkkokalvo, jonka rypyisyys johtuu alla olevan suonikalvon poimuisuudesta. Silmnpohjalla näkyy vieri vieressä vuoroin vaaleita ja tummempia juovia. Tyypillisesti tällaista aaltomaista muutosta esiintyy vahvasti hyperooppisissa silmissä, kun silmä on aksiaaliselta pituudeltaan selvästi normaalia lyhyempi. Ovatpa rypyt sitten verkkokalvon päällä olevan kelmun aiheuttamia vaaleita muutoksia tai verkkokalvon alaisen suonikalvon juovikkaita poimuja, tällaiset idiopaattiset muutokset pysyvät usein muuttumattomina useita vuosia, aiheuttamatta näkö- tai terveysongelmia. Rypyttymisen taustalla voi kuitenkin joskus olla myös silmäsairaus tai esimerkiksi kasvain. (Casel ym. 2001: 394; Gasperini ym. 2006; Kanski 2009: 347.)



Kuvio 12. Suonikalvon ja verkkokalvon pinnan rypytyminen. (Review of Ophthalmology 2006.)

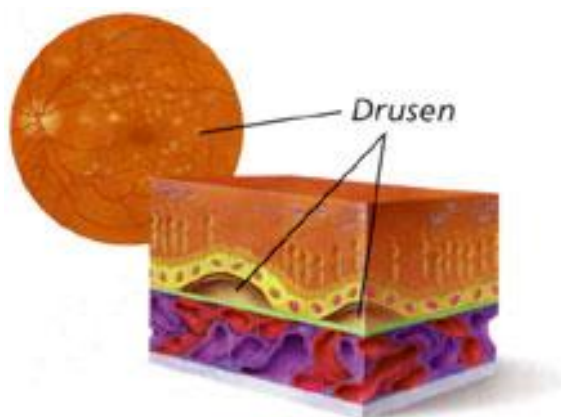
4.7 Ikääntymiseen liittyvät normaalit poikkeamat

Silmien vanheneminen tapahtuu samanaikaisesti ja ikääntymismuutokset esiintyvät yleensä molemmissa silmissä, kun taas patologiset, sairauksiin viittaavat muutokset ovat usein toispuoleisia. (Tarkkanen – Taipale – Jukarainen 1965: 466.)

Silmnpohjan tutkimuksessa nuorilla tutkittavilla normaalisti näkyvät silmnpohjan verkkokalvoheijasteet vähenevät iän myötä, joka johtuu verkkokalvon himmentymisestä ja sen heikommasta läpinäkyvyydestä. Myös verkkokalvon pigmenttiepiteeli ohenee

silmän ikääntyessä, mikä haalistaa silmänpohjan väripigmenttiä. (Grosvenor 2007: 155; Tarkkanen ym. 1965: 468.)

Ikääntymiseen liittyvät pienet kuivat drusenit ovat tyypillisesti bilateraalisia silmänpohjanmuutoksia, joita esiintyy makulan alueella useilla yli 45 -vuotiailla. Niitä voidaan havaita myös makulan ulkopuolisella verkkokalvolla. Drusenit ovat verkkokalvon Bruchin kalvon kohoumia, jotka ilmenevät silmänpohjalla pieninä vaalean kellertävinä ja selvärajaisina kertyminä, jotka ovat muodoltaan pistemäisiä tai täpliä. Ne muodostuvat Bruchin kalvoon kertyneistä saostumista, joiden materiaali on peräisin verkkokalvon pigmenttiepiteelistä. Materiaali on hyaliinimaista ja kalkkeutunutta. Kuvasta 13 on nähtävissä kuinka drusenit kohoavat Bruchin kalvosta. Vaalea väri johtuu kohouman päällä olevan pigmenttiepiteelin muutoksista; sen puuttumisesta tai sen atrofisuudesta. Drusenit voivat olla erimuotoisia, kokoisia ja niitä voi esiintyä yksittäin tai ryhmissä. Niitä ei voida hoitaa, eivätkä ne sitä vaadikaan, mutta fovealla sijaitessaan drusenit voivat aiheuttaa näön heikkenemistä. (Grosvenor 2007: 155; Hollwich 1985: 215; Kanski 2003: 405, 613; Tarkkanen 1995: 219.)



Kuvio 13. Drusen kertymiä. (EyePhysicians of central New York. n.d.)

Alle 45-vuotiailla druseneita näkee harvoin, yli 60 -vuotiailla niitä löytyy lähes varmasti. Vanhemmiten niiden määrä ja koko suurenee. Pienet kovat drusenit ovat yleensä harmittomia eivätkä vaadi jatkotoimenpiteitä, mutta pehmeät drusenit, jotka ovat reunoiltaan epäselvärejaisia ja suurempia, voivat ennakoida esimerkiksi atrofista ja eksudatiivista (kostea) silmänpohjan ikärappeumaa (AMD), ja ne voivat olla patologisia löydöksiä. Näköhermonpäästä löytyessään drusenit voivat myös olla merkki sairaudesta, kuten Retinitis Pigmentosasta, ja siksi ne on huomioitava tarkasti (Friedman – Kaiser – Pineda 2004: 498; Kanski 2009: 48, 334– 335; Kanski 2003: 405– 407.)

5 Sairauksiin liittyvät silmänpohjamuutokset

Seuraavat alaluvut käsittelevät yleisimpiä silmänpohjan epänormaaleja löydöksiä ja sairauksiin liittyviä silmänpohjamuutoksia, joita optikon on mahdollista silmänpohjasta huomata. Ensimmäisessä alaluvussa on lueteltu silmänpohjalta havaittavia epänormaaleja löydöksiä. Suomalaisessa väestössä koko ajan yleistyvät aikuistyyppin diabetes, silmänpohjan ikärappeuma sekä vaskulaariset sairaudet aiheuttavat etenkin hoitamattomana joskus nopeastikin eteneviä muutoksia. Näiden sairauksien lisäksi glaukoomaa ja muita näköhermonsairauksia esitellään omissa alaluvuissaan.

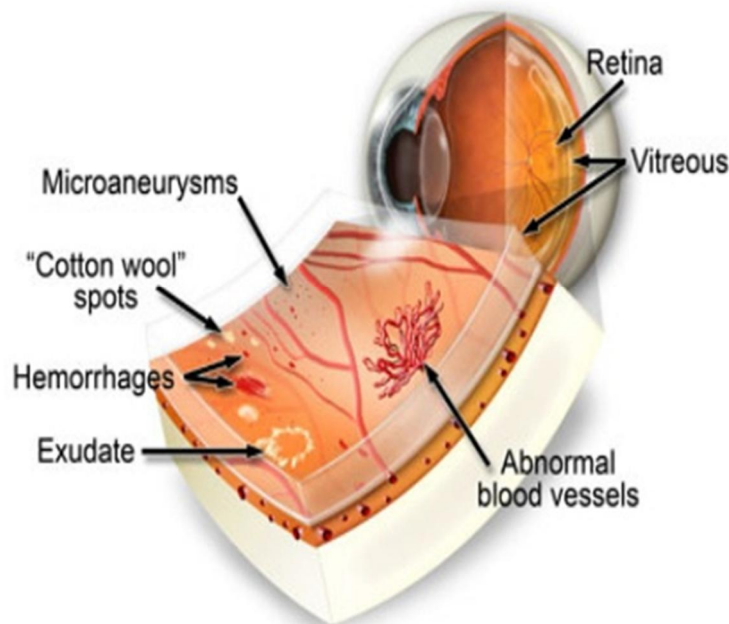
5.1 Epänormaalit löydökset silmänpohjalla

Drusenit voivat olla sekä normaaleja että epänormaaleja silmänpohjan löydöksiä. (Kanski 2003: 405.) Drusenit on kuvattu aiemmin luvun 4 ”Normaalit löydökset” alaluvussa 4.7 ”Ikääntymiseen liittyvät poikkeamat”.

Mikroaneurysmat sijaitsevat sisemmässä tumakerroksessa ja ovat ensimmäisiä havaittavia taustaretinopatian silmänpohjamuutoksia. Mikroaneurysmat ovat pieniä tarkkarajaisia hiussuonten pullistumia, läpimitaltaan 20 – 200 mikrometriä. Ne havaitaan pieninä punaisina pisteinä, jotka ilmenevät aluksi fovean temporaalipuolella. Jos mikroaneurysmat peittyvät veren alle, niitä voi olla mahdotonta erottaa pistemäisistä verenvuodoista. (Kanski 2003: 441; Saari 2001: 363.) Kuva 14 on kaaviokuva eri muutoksista silmänpohjalla. Muutoksia esiintyy diabeettisen retinopatian lisäksi muissakin sairauksissa.

Kovat eksudaatit ovat vahamaisia, kellertävän valkeita selkeästi havaittavia ja tarkkarajaisia kohtia jotka ovat usein ryhmä- tai kehämuodostelmassa. Ne sisältävät lähinnä plasmasta verkkokalvoon vuotaneita lipidejä. Kovia eksudaatteja syntyy pitkäaikaisen veren tihkumisen ja turvotuksen seurauksena esimerkiksi diabeettisessa retinopatiassa, kun kapillaarit ja mikroaneurysmat vuotavat. (Kanski 2003: 442; Saari 2001: 363 - 364.)

Diabetic Retinopathy



Kuvio 14. Kaaviokuva. Mikroaneurysmia eli pistemäisiä hiussuonien pullistumia sekä pumpulipesäkkeitä, verenvuotoja, eksudaatteja ja epänormaalia verisuonitusta. (Diabetes Treatment Guide 2013.)

Pumpulipesäkkeet *"cotton wool spots"* eli mikroinfarktit ovat kuollutta verkkokalvon hermosykerrosta. Pumpulipesäkkeet ovat väriltään vaaleita, pumpulipallomaisen näköisiä löydöksiä. Ne ovat pinnallisia ja peittävät allaan olevat verisuonet. Ne ovat syntyneet kapillaarivaltimoiden tukkeumien seurauksena. Aikaisemmin pumpulipesäkkeitä on kutsuttu virheellisesti pehmeiksi eksudaateiksi, vaikka muutos ei ole eksudatiivinen vaan iskeeminen. (Kanski 2003: 443 – 444; Kivelä ym. 1999.)

Laajentuneet kapillaari- eli IRMA -suonet (*Intraretinal microvascular abnormalities*) ovat lisääntyneitä ohuita punaisia hiussuonia jotka kulkevat verkkomaisesti valtimoiden ja laskimoiden välillä keskeisilläkin alueilla. Laajentuneet kapillaarit voidaan erottaa siitä, että ne sijaitsevat verkkokalvon sisällä, eivätkä ne voi risteytyä verkkokalvon pääverisuonien kanssa. (Kanski 2003: 444; Saari 2001: 365.)

Risteysoire on kyseessä, kun valtimo painaa laskimoa. Valtimon seinämän paksuuntumassa laskimon muoto voi muuttua suppilomaiseksi ennen ja jälkeen risteämää. Jos risteysoire on vakava, laskimo näyttää katkeavan valtimon alla, eikä laskimon punainen veri näy. Huomattavia nämä risteysoireet ovat, kun niitä löydetään 1 - 2 näköhermon-

pään halkaisijan mitan kauempaa näköhermonpään ympäriltä. (Bradford 1999: 134 – 135; Friedman ym. 2004: 363; Saari 2001: 355.)

Verenvuodot voivat olla erikokoisia ja muotoisia. Mitä syvemmissä verkkokalvon kerroksessa verenvuodot ovat, sitä tummempina ne näkyvät. Jos vuoto on väriltään mustanpunainen, sijaitsee se pigmenttiepiteelin alla. Hermosäiekerroksessa sijaitsevat verenvuodot ovat liekkimäisiä ja syvemmillä verkkokalvossa sijaitessaan vuodot ovat täplämäisiä. Verisuonet voivat sijaita verkkokalvon kerrosten lisäksi myös verkkokalvon edessä tai alla. Jos vuoto sijaitsee verkkokalvon edessä, se peittää verkkokalvon suonet. (Saari 2001: 233; Kivelä ym 1999.)

Uudissuonitus eli *neovaskularisaatio* kasvaa verkkokalvolle, lasiaiseen tai näköhermonpään päälle hapenpuutteen vuoksi. Uudissuonitus vuotaa herkästi verta. (Saari 2001: 232 – 233; Kivelä 1999.)

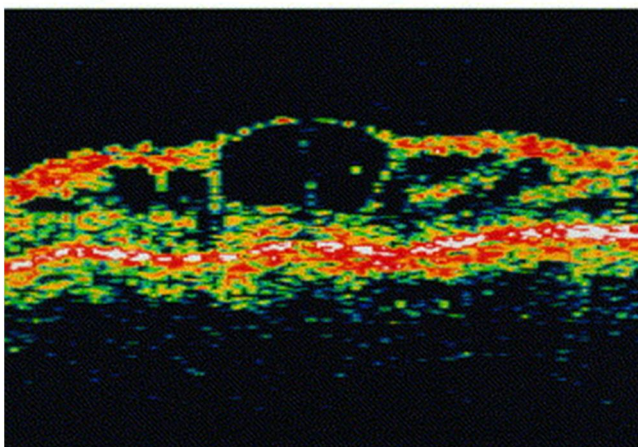
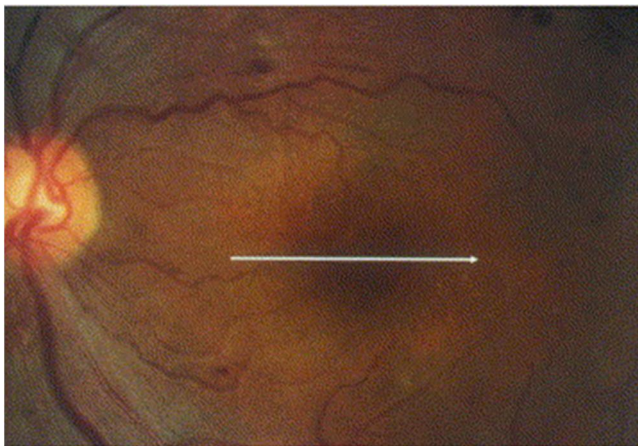
Verisuonten kiemuraisuus, 90 asteen risteymät ja kapea selkäheijaste voivat olla esimerkiksi kohonneen verenpaineen aiheuttamia. Verisuonten kiemuraisuuden tulkinnessa patologisen ja normaalin raja voi olla epäselvä. (Saari 2001: 357; Grosvenor 2007: 155, Mäkelä 2012: 5.)

Kaventuneet tai paksuuntuneet laskimot ja valtimot ovat patologinen löydös, ja muutokset voivat olla paikallisia tai laajasti koko silmänpohjan kattavia (Mäkelä 2012: 5). Arteriapulsaatio on aina epänormaali, patologinen löydös joka viittaa aortan tai kaulavaltimon sairautteen tai glaukoomaan. (Saari 2011: 237).

Irronnut verkkokalvo näkyy harmahtavana ja sen vaaleanpunainen kiilto häviää. Oftalmoskopiassa irtauma näkyy liikkuvana, poimuilevana ja vaaleana alueena. Verkkokalvon irtaumassa sensorinen retina irtautuu pigmenttiepiteelistä ja verisuonten kulku voi näyttää kiharamaiselta. (Saari 2001: 233; Kivelä ym 1999; Mäkelä 2012:6.)

Verkkokalvon turvotus näkyy silmänpohjalla verkkokalvon vaaleana värinä ja verisuonten heikkona näkyvyytenä. Verkkokalvon turvotus on tavallisesti verkkokalvon keskusvaltimon tukoksen aiheuttama ja yleensä verkkokalvon sisemmät kerrokset turpoavat. (Saari 2001: 233.)

Kystinen makulan turvotus aiheuttaa foveolan kohoamisen. Turvotus voi laskea näöntarkkuuden jopa 0.1 tasolle. Kystinen makulan turvotus syntyy, kun foveaa ympäröivät kapillaarisuonet vuotavat verkkokalvon uloimpaan verkkomaiseen kerrokseen. (Saari 2001: 233.) Kuvassa 15 on silmänpohjakuva ja OCT-kuva makulaturvotuksesta.



Kuvio 15. Tuore kystinen makulan turvotus. Alemmassa OCT-kuvassa näkyy pyöreitä muutoksia makulalla. Fovea on kohonnut. American Journal of Ophthalmology 1999.

Arvet ovat verkkokalvonalaista valkoista fibroosia ja pigmenttiä. Keskeinen verkkokalvo voi jäädä hieman koholle tai siihen voi muodostua paikallinen, tiivis, kellertävänharmaa arpi. Jos arpi muodostuu fovealle, se aiheuttaa pysyvän keskeisen alueen näönmenetyksen. (Kanski 2003: 411 – 415; Friedman – Kaiser 2004: 372; Ehlers – Shah 2008: 303; Saari 2011: 254 – 255.)

Tulehduspesäkkeet, jotka ovat tuoreita, ovat harmaanvalkoisia ja epätarkkarajaisia verkkokalvon turvotuksesta ja tulehdussoluista johtuen. Silmänpohjalla voi nähdä myös kirkkaan valkeita arpeutuneita tulehduspesäkkeitä, joissa on yleensä mukana tummaa pigmenttiepiteelin arpea. (Saari 2001: 232; Kivelä ym 1999.)

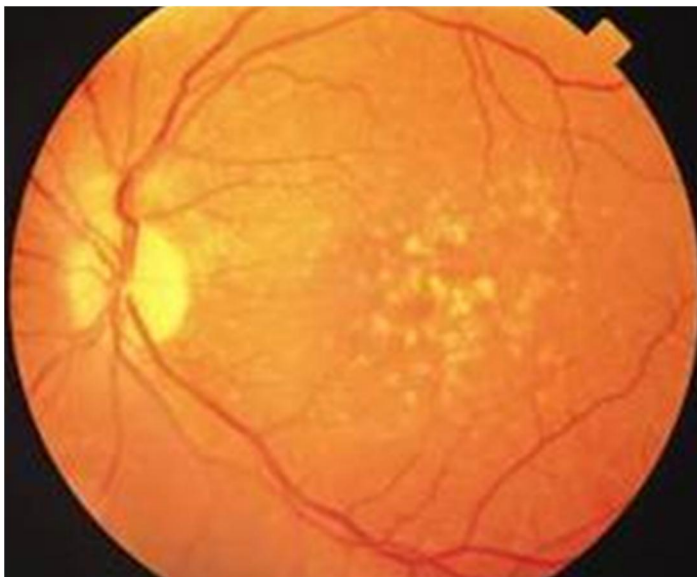
5.2 ARMD

Makulan ikärappeuma on makulan alueen sairaus, joka on yleisin näkövammaisuuden aiheuttaja länsimaissa yli 50-vuotiailla henkilöillä. Ikärappeuma jaetaan kahteen muotoon: 1) kuivaan ei-eksudatiiviseen ja 2) kosteaan eksudatiiviseen muotoon. Molemmat muodot voivat olla aluksi oireettomia, mutta vakavien näköoireiden esiintyvyyden todennäköisyys kasvaa iän myötä. Makulan ikärappeuma on rappeumaa verkkokalvon pigmenttiepiteelissä, Bruchin kalvossa ja koriokapillaareissa. (Friedman – Kaiser 2004: 367; Kanski 2003: 405.)

Makulan ikärappeuma voidaan todeta vain silmänpohjatutkimuksessa. Muutokset silmänpohjalla alkavat varhaisilla esiastemuutoksilla, joita ovat verkkokalvon keskeisen alueen drusenit sekä hienojakoiset ja mahdollisesti tarkkarajaiset pigmentin keräytymät. Esiastemuutokset etenevät usein vasta vuosien kuluttua myöhäismuutoksiin, jotka aiheuttavat näköoireita. Myöhäismuutoksiin kuuluvat pigmenttiepiteelin karttamaiset surkastumat, joiden läpi voi näkyä suonikalvon verisuonia. Myös verkkokalvon irtauma, verkkokalvon tai pigmenttiepiteelin alainen uudissuonitus, arpimuodostumat, verenvuodot ja eksudaatit ovat myöhäisempiä ikärappeuman silmänpohjamuutoksia. (Kanski 2003: 405; Saari 2011: 251 - 252.)

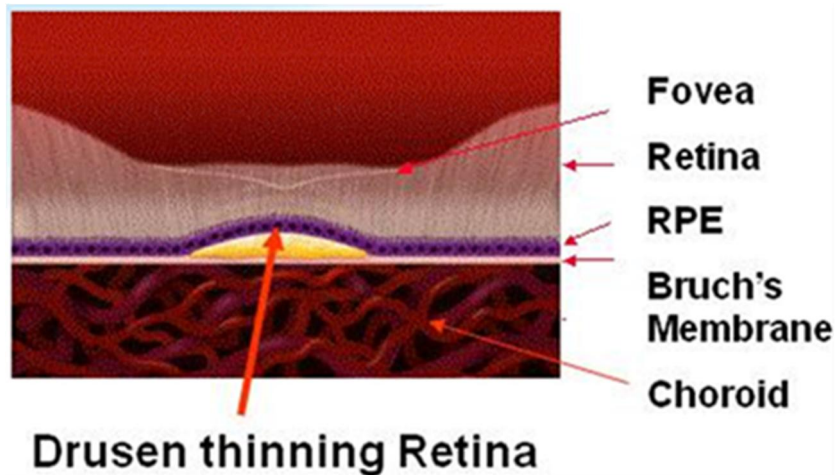
5.2.1 Kuiva, ei-eksudatiivinen muoto

Kuiva makulan ikärappeuman muoto on selkeästi yleisempi ja hitaasti etenevä tauti. Se kattaa noin 90 % kaikista ikärappeumista. Kuiva muoto voi olla alussa oireeton, mutta asteittain etenevää keskeisen näön heikkenemistä ja metamorfopsiaa eli näkökentän keskiosan viivojen vääristymistä voi esiintyä kuukausien tai vuosien kuluessa. Pidemmälle edenneessä kuivassa ikärappeumassa voi esiintyä keskeisen osan tai reunalueen skotoomia. Oireita esiintyy lähes aina molemmissa silmissä, mutta usein epäsymmetrisesti. (Kanski 2003: 405, 407; Friedman – Kaiser 2004: 368; Ehlers – Shah 2008: 301.)



Kuvio 16. Silmänpohjakuva kuivasta ikärappeumasta. Silmänpohjalla on druseneita. (Macular CLEAR 2012.)

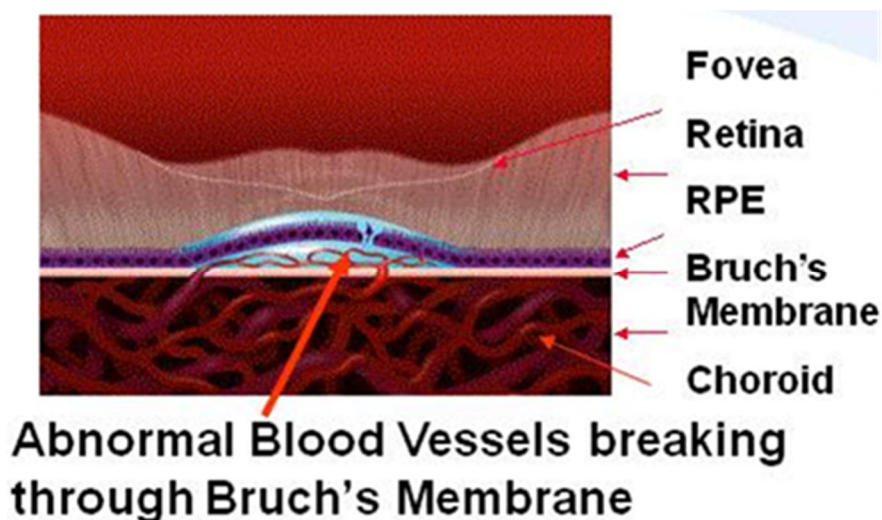
Kuiva makulan ikärappeuma johtuu hitaasta fotoreseptoreiden, pigmenttiepiteelin ja koriokapillaarien surkastumisesta. Ensimmäinen silmänpohjalta löytyvä muutos on keskeisen alueen ylipigmentoituminen tai pigmenttiepiteelin surkastuminen makulan alueen druseneiden yhteydessä. Makulan alueella on havaittavissa hitaasti lisääntyviä erikokoisia kovia tai pehmeitä druseneita sekä verkkokalvon pigmenttiepiteelin tarkkarajaisia, kehämäistä ja karttamaista surkastumaa. Kuvassa 16 on druseneita silmänpohjalla makulan alueella. Surkastuma-alueiden läpi voi näkyä suonikalvon verisuonia, jolloin jo olemassa olevia druseneita voi kadota näkyvistä. Drusenit nousevat pigmenttiepiteelin alta ja niiden lukumäärä, koko, muoto ja kohonaisuus vaihtelevat yksilöllisesti. Drusenit voivat sijaita keskittyneinä makulalle tai ne voivat kiertää makulan ympärillä kehämäisenä muodostelmana. Myös heikentynyt fovean refleksi voi olla havaittavissa. (Kanski 2003: 405, 407 - 408; Saari 2011: 252; Ehlers – Shah 2008: 301 – 302; Friedman – Kaiser 2004: 369.) Kuvassa 17 on esitetty poikkileikkaus kuivasta ikärappeumasta. Verkkokalvo on ohentunut drusenin päällä.



Kuvio 17. Havainnollistava poikkileikkaus makulasta, jossa kuiva ARMD. (MacuCLEAR 2012.)

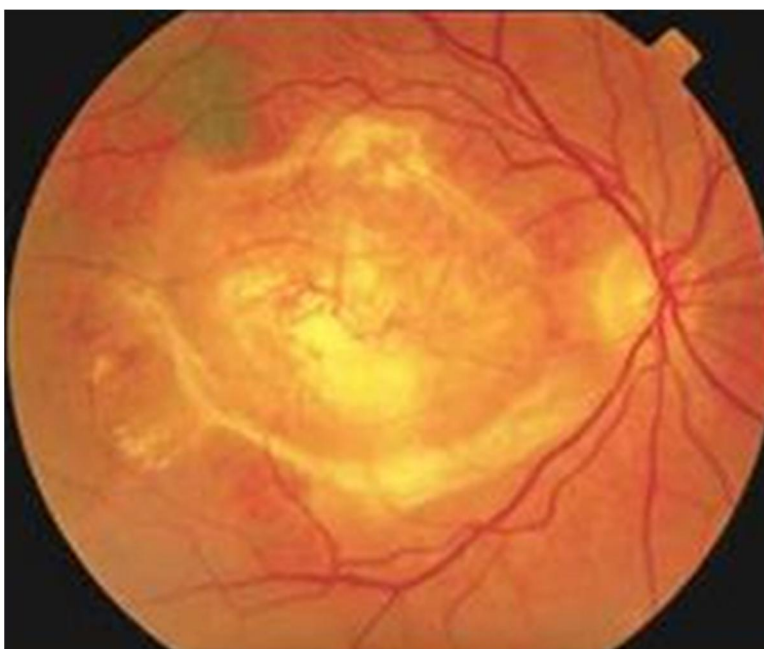
5.2.2 Kosteaa, eksudatiivinen muoto

Kosteaa eli neste-eritteinen makulan ikärappeuman muoto aiheuttaa 90 % taudista johdusta näkövammaisuudesta. Sairaus voi ilmetä joko vain toiseen tai molempiin silmiin ja voi edetä eri tahtiin silmien välillä. Kostean ikärappeuman oireita ovat metamorfopsia eli keskeisen näkökentän viivojen ja kuvien vääristymä, keskeisen alueen skotooma sekä nopeasti tai hitaammin etenevä näön heikentyminen. Oireina voivat olla myös näön muuttuminen epäselväksi ja sumuiseksi vuotojen takia sekä mikropsia eli kuvien pientyminen. (Friedman – Kaiser 2004: 370; Ehlers – Shah 2008: 303; Saari 2011: 252 - 253.) Kuvassa 18 on poikkileikkaus kostean ikärappeuman aiheuttamista muutoksista makulalla. Kuvassa näkyy uudissuonitusta Bruchin kalvon läpi.



Kuvio 18. Havainnollistava poikkileikkaus makulasta, jossa kostea ARMD. (MacuCLEAR 2012.)

Eksudatiivinen ikärappeuma johtuu suonikalvon uudissuonituksesta, joka saa alkunsa Bruchin kalvon läpi kasvaneista koriokapillaarisuonista. Suonikalvon uudissuonitus voi ulottua verkkokalvon pigmenttiepiteelin alaiseen kerrokseen tai edetä myöhemmin verkkokalvon alaiseen osaan. Muita löydöksiä silmänpohjalla ovat drusenit, lipidieksudaatit, verenvuodot, vuoto pigmenttiepiteeliin ja lopulta on olemassa verkkokalvon irtaamisvaara. Uudissuonitus voi edeltää pigmenttiepiteelin irtaamaa tai johtua irtaamasta, mutta nämä tilat eivät välttämättä liity suoraan toisiinsa. Nesteinen vihertävänkellertävä pigmenttiepiteelin irtauma muodostuu, jos seroosi neste pääsee vuotamaan suonikalvon kapillaareista pienien Bruchin membraanin vuotokohtien lävitse pigmenttiepiteelin alle. Jos vuoto kulkeutuu pigmenttiepiteelin läpi neuroepiteelin alle, voi muodostua nesteinen pigmenttiepiteelin ja neuroepiteelin kuplamainen irtauma. Myös neuroepiteelin ja pigmenttiepiteelin verkäs kuplamainen irtauma voi muodostua, jos suonikalvon uudissuonet kasvavat Bruchin kalvon vauriokohtien lävitse ja tiikkuvat nestettä sekä verta neuroepiteelin ja pigmenttiepiteelin alle. Vuotoja ja eksudaatteja voi esiintyä pitkän aikaa. Makula-alue arpeutuu noin 0,5 – 1 vuoden kuluessa. (Kanski 2003: 411 – 415; Friedman – Kaiser 2004: 372; Ehlers – Shah 2008: 303; Saari 2011: 254 – 255.) Kuvassa 19 on silmänpohjakuva kosteasta ikärappeumasta ja kuvassa 20 ikärappeuman aiheuttama makulan arpi.



Kuvio 19. Silmänpohjakuva kosteasta ikärappeumasta. (MacuCLEAR 2012.)



Kuvio 20. Tummempi alue on makulan ikärappeumasta johtuva arpi. (Jirehdesign 2013.)

5.3 Vaskulaariset sairaudet

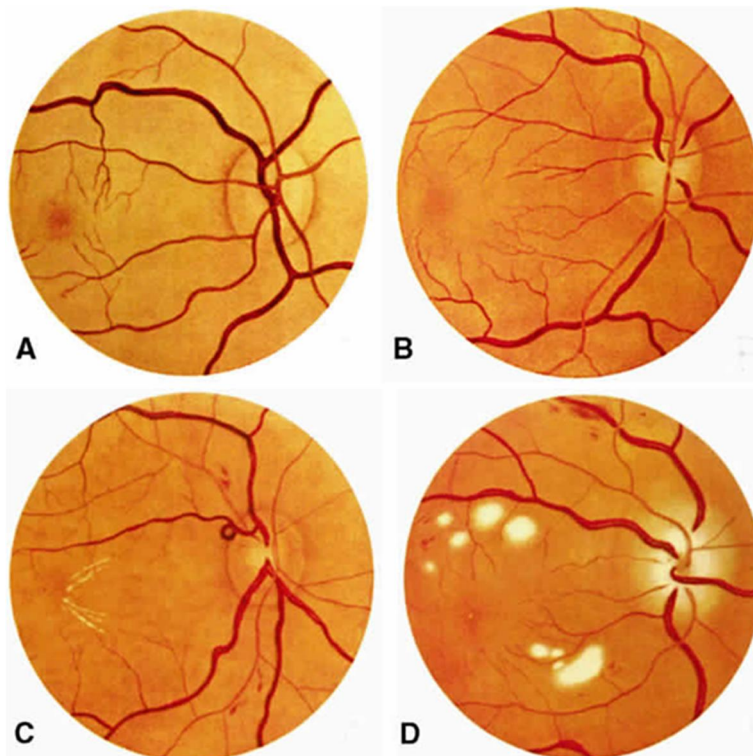
Yleisimpiä vaskulaarisia sairauksia ovat sepelvaltimotauti ja valtimotauti ateroskleroosi. Niihin liittyy usein kohonnut verenpaine. Vuosittain sepelvaltimotaudista johtuvia kuolemia todetaan Suomessa noin 12 000. Sepelvaltimotaudissa sydänlihaksen pinnalla olevat sepelvaltimot ahtautuvat, jolloin sydämen hapen- ja ravinnonsaanti vaikeutuu. (Mustajoki 2012a; Kesäniemi – Salomaa 2009.)

5.3.1 Ateroskleroosi ja kohonnut verenpaine

Ateroskleroosissa suuremmat valtimoverisuonet ahtautuvat. Se johtuu kolesterolin hitaasta kertymisestä suoniin, joka voi alkaa jo nuoruusiässä. Tällöin kudosten hapensaanti häiriintyy, joka voi johtaa moniin vaarallisiin sairauksiin, kuten sydäninfarktiin tai aivohalvaukseen. Riskitekijöitä ovat huonot elintavat ja osin myös perinnölliset syyt. Suurimpia riskitekijöitä ovat kohonnut verenpaine, tupakointi ja suurentunut veren haitallisen LDL-kolesterolin määrä. Arterioskleroosissa ahtautuvat pienemmät verisuonet. Verkkokalvolla ilmenee suonten kaliiberinvaihteluita ja selkäreijasteen korostumista. (Mustajoki 2012b; Vaughan ym. 1992: 305 – 306.)

Silmänpohjassa vaskulaaristen sairauksien vaikutukset näkyvät monin tavoin. Tilaa kutsutaan hypertensiiviseksi retinopatiaksi. Muutokset voidaan jakaa arterioskleroosin

ja kohonneen verenpaineen aiheuttamiin. Wagener ja Keith luokittelivat hypertensiivisen retinopatian neljään eri luokkaan. I- ja II-luokissa verkkokalvon valtimoiden selkähajaste on suurentunut. Viimeisissä vaiheissa, III- ja IV-luokissa esiintyy pumpulipesäkkeitä, kovia eksudaatteja, verenvuotoja laajamittaisia mikrovaskulaarisia muutoksia. (Vaughan ym. 1992: 306; Bradford 1999: 134.) Kuva 21 esittää hypertensiivisen retinopatian eri vaiheita. A-kuvassa valtimot ovat kavenneet, mutta valorefleksissä ei ole vielä muutoksia. Kuvassa B on II-luokan muutoksia, valtimot ovat kavenneet entisestään ja I asteen ateroskleroosia havaittavissa. Kuvan C tila on edennyt jo III-luokkaan, jolloin verkkokalvolla esiintyy kovia eksudaatteja, verenvuotoja ja laajentunut valtimon valoheijaste. Valtimot ovat kaventuineita. D-kuvassa on IV-luokan muutoksia. Verkkokalvolla on kovia eksudaatteja, verenvuotoja. Näköhermonpää on turvonnut.



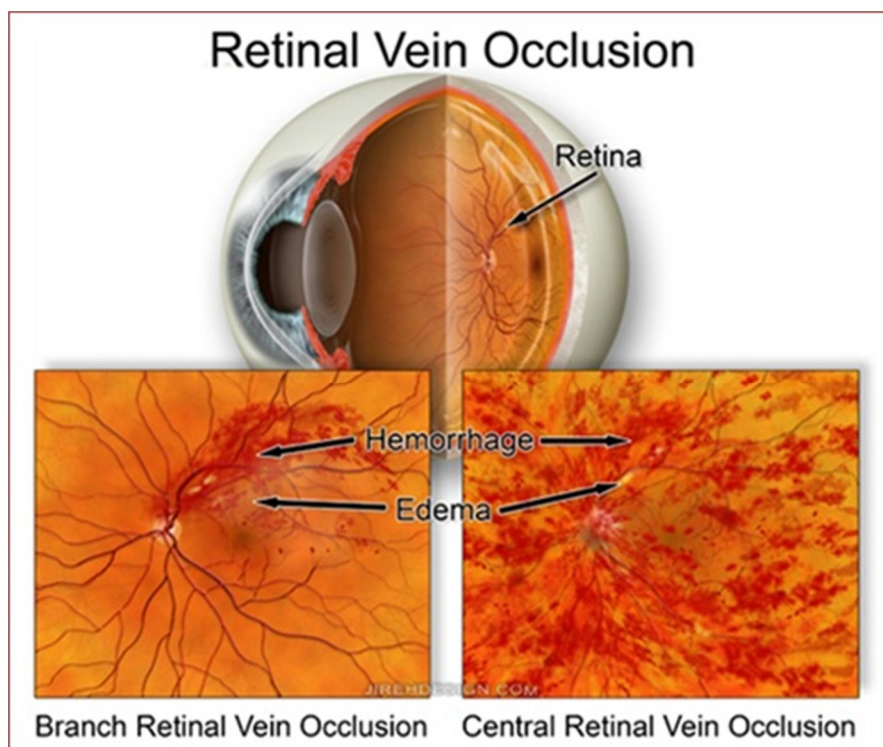
Kuvio 21. Hypertensiivisen retinopatian eri vaiheet. (Duane's Ophthalmology 2006.)

Ateroskleroosi aiheuttaa verkkokalvolla verisuonten kovettumista, jolloin valtimoiden selkähajaste saattaa muuttua. Kovettumisen myötä valtimot ovat aluksi kuparilankamaisia ja myöhemmin vaaleahkon hopealankamaisia. Myös risteysoireita tavataan, jolloin valtimo painaa laskimoa. Jos risteysoire on vakava, laskimo näyttää katkeavan valtimon alla. Lievästi kohonneesta verenpaineesta aiheutuu niin ikään ahtaumaa valtimoissa. Verkkokalvolta saattaa löytyä myös pumpulipesäkkeitä, mikroaneurysmia,

liekkimäisiä verenvuotoja ja kovia eksudaatteja. (Bradford 1999: 134 – 135; Friedman ym. 2004: 363.)

5.3.2 Verisuonitukokset

Keskuslaskimon tukos on vanhemman väestön yksi tärkeimpiä sokeuden aiheuttajia, etenkin hypertensiosta ja glaukoomasta kärsivillä. Laskimot ovat laajentuneet ja kiemu-raiset. Verkkokalvolla on turvotusta, verenvuotoja ja pumpulipesäkkeitä. Ennuste näön säilymisen suhteen on heikko. Riski keskuslaskimontukokseen on kohonnut esimerkiksi diabetesta, hypertensiota ja erilaisia hyperviskositeetti syndrooma-sairauksia sairastavilla henkilöillä. Tehokasta hoitoa keskuslaskimon tukokseen ei ole löydetty. Antikoagulantti- ja liuotushoidoista ei ole ollut höytyä. (Vaughan ym. 1992: 304.) Kuva 22 esittää keskuslaskimon ja sen laskimohaaratukoksen aiheuttamia muutoksia silmänpohjassa.

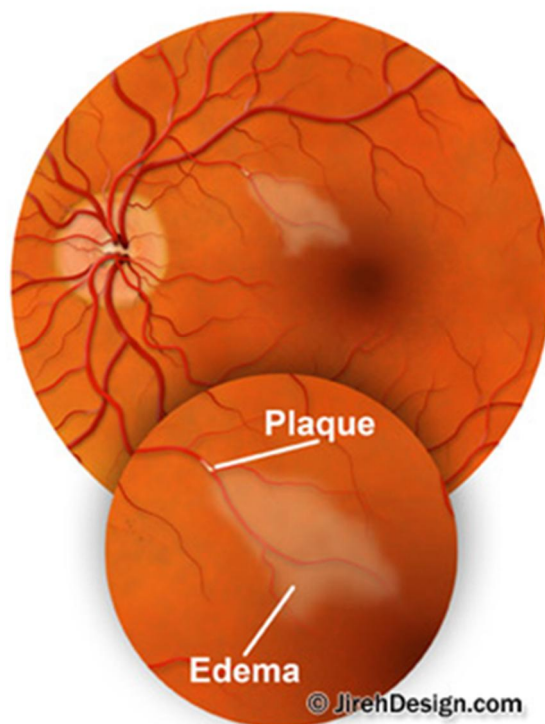


Kuvio 22. Keskuslaskimon ja laskimohaaran tukos. Vasemmalla haaratukoksen aiheuttamaa verenvuotoa ja turvotusta. Oikeassa kuvassa on laajoja verenvuotoja keskuslaskimotukoksen vuoksi. (Randall V. Wong 2012.)

Keskusvaltimon tukoksessa potilaan näkö silmästä on yleensä äkillisesti hävinnyt. Näöntarkkuus vaihtelee sormien luvun tasosta valontajuun asti. Verkkokalvo on muu-

ten läpikuultavan vaaleahko, mutta makula on ohuudestaan johtuen punainen, eli *cherry-red spot*, ”kirsikkamakula” on nähtävissä. Suonikalvo kuultaa siis läpi makulan alueelta. Vaaleahko silmänpohja ”paranee” yleensä 4-6 viikossa, mutta näköhermonpää jää kalpeaksi, kuten koko silmänpohja. Tehokasta hoitoa ei keskusvaltimon tukokseen ole, tosin mitä nopeammin tila huomataan, sen parempi ennuste on. (Vaughan ym. 1992: 207.) Kuvassa 23 on valtimohaaran tukos, jolloin pieni alue verkkokalvosta on vaalentunut.

Branch Retinal Artery Occlusion



Kuvio 23. Verkkokalvon valtimohaaran tukos. Vaalentunut alue tukoksen aiheuttamaa turvotusta ja hapenpuutetta. (Maculacenter 2012.)

5.4 Näköhermossa esiintyvät patologiset muutokset

Näköhermon toimintaa voidaan arvioida monin tavoin. Keskeisiä tutkimustapoja ovat näöntarkkuus- ja näkökenttä- ja mustuaisreaktioiden tutkimukset. Tärkeä osa näköhermon tutkimusta on silmänpohjakuvaus tai oftalmoskopia, joilla pystytään tarkastelemaan näköhermon nystyn tilaa ja muita silmänpohjalla mahdollisesti näkyviä patologisia verkkokalvomutoksia, kuten hermosykerroksen vaurioita tai verenvuotoja. Vau-

rioitunut näköhermo voi olla normaalin näköinen, turvoksissa, punoittava tai kalpea, riippuen vaurion aiheuttajasta. (Saari 2011: 266).

5.4.1 Atrofinen näköhermo

Näköhermon atrofia, eli sen hermosäikeiden kato on seurausta jostakin näköhermoon vaikuttavasta tilasta, kuten tulehduksesta tai sairaudesta, joka aiheuttaa näköhermon neuraalisen solukon menetystä. Tyypillinen esimerkki tällaisesta näköhermoa surkastuttavasta sairaudesta on glaukooma. Syynä voi olla myös esimerkiksi kasvain tai muu tekijä, joka painaa näköhermoa silmämunaan päin. Atrofia voi ilmetä vain toisessa silmässä tai molemmissa, riippuen sen aiheuttajasta. (Hollwich 1985: 153, 244, 246; Kanski 2003: 600; Saari 2011: 275.)

Oireina on näkökyvyn heikentymistä ja näkökenttäpuutoksia, jotka johtuvat näköhermon ja verkkokalvon hermosäikeiden ohentumisesta ja tuhoutumisesta. Lisäksi mustuaisreaktioiden tutkimuksessa havaitaan afferentti mustuaisdefekti. (Hollwich 1985: 245; Saari 2011: 275.) Kuvassa 24 on atrofinen näköhermonpää.



Kuvio 24. Silmänpohjakuva atrofisesta näköhermonpäästä. Näköhermonpää on normaalia vaa-
leampi. Sen reunat ovat tarkkarajaiset. (University of Iowa Healthcare, EyeRounds 2006.)

Silmänpohjatutkimuksessa havaitaan temporaalipuoleltaan tai kauttaaltaan valkea ja kapillaarisuoneton näköhermonpää, jota ympäröivä neuraalisten solujen kerros on

ohentunut tai kadonnut. Näköhermonpäästä lähtevät valtimot ovat kaventuneet. Tulehduksettomassa näköhermon pään atrofiassa näköhermon reunat ovat selvärajaiset. Jos atrofia on seurausta näköhermonpäässä olleesta tulehduksesta tai turvotuksesta, papilla näyttää puolestaan epäselvärajaiselta ja utuiselta. Verkkokalvon verisuonet näyttävät yleensä epänormaaleilta, venyneiltä ja seinämiltään paksuuntuneilta. (Hollwich 1985: 245; Kanski 2003: 600; Saari 2011; 275.)

5.4.2 Näköhermon tulehdus

Optic neuritis eli näköhermon tulehdus on hermokudoksen tulehdusprosessiin tai näköhermon degeneratiivisiin sairauksiin liittyvä rappeumamuutos. Tulehdusprosessi voi ilmetä joko silmämunan sisäisellä näköhermon osalla eli papillalla, jolloin kyseessä on papillitis, tai silmämunan takana, jolloin kyseessä on retrobulbar neuritis. Papillitis on kuvattu kuvassa 25. "Näköhermon tulehdus" -yleisnimityksestä huolimatta tilan aiheuttajana ei suinkaan aina ole todellinen tulehdus, vaan tyypillisimmin esimerkiksi multipeli skleroosi, eli MS -tauti, joka aiheuttaa hermosolujen myeliinikerroksen katoa. MS -taudin ohella näköhermon tulehduksen taustalla voi olla keskushermostollisia vikoja, kuten aivotulehdus tai aivokalvontulehdus. Näköhermon tulehduksen syynä voivat olla myös myrkytystä aiheuttavat tekijät. Muita syitä voivat olla esimerkiksi silmäkuopan tulehdukset ja muut tulehdustartunnat. Näköhermon tulehdus on yleensä toispuoleinen, ja sitä esiintyy huomattavasti yleisemmin naisilla kuin miehillä. (Hollwich 1985: 239–240; Kanski 2003: 601; Nikoskelainen 1986: 1313; Saari 2011: 273– 374.)



Kuvio 25. Lähikuva näköhermonpäästä, jossa papillitis. Tulehdus papillalla. (Online Journal of Ophthalmology n.d.)

Näköhermotulehduksen kumpikin muoto voi aiheuttaa jo varhaisessa vaiheessa äkkinäisen ja vakavan keskeisen näön menetyksen, mikä ilmenee myös näkökenttätutkimuksissa. Retrobulbaarissa neuritissa oireina voivat olla lisäksi päänsärky ja paineutuneisuus silmissä, sekä kipu silmiä liikutellessa. Lisäksi toispuoleisessa näköhermon tulehduksessa mustuaisreaktioita tutkittaessa havaitaan afferentti mustuaisdefekti. Tila paranee usein itsestään 2–6 kuukauden kuluessa. (Hollwich 1985: 240– 241; Seppänen 2010; Saari 2011: 273.)



Kuvio 26. Silmänpohjakuva Retrobulbar neuritiksista, näköhermon tulehduksesta. Papilla näyttää kalpealta ja epäselvärajaiselta. (Handbook of Ocular Disease Management n.d.)

Papillitis -tapauksissa näköhermonpään tutkimuksessa näkyy turvonnut, punertavan hypereeminen (verekäs) ja utuisen näköinen näköhermonpää, joka voi olla hieman koholla. Näköhermonpään ympärillä voidaan nähdä myös liekkimäisiä verenvuotoja. Kun kyseessä on retrobulbaarinen neuritti, voi näköhermonpää näyttää alkuun aivan normaalilta. Kuva 26 on silmänpohjakuva retrobulbaarisesta neuritista. Tilan edetessä voi näköhermo muuttua kalpeksi eli päinvastaiseksi kuin papillitiksessa. Retrobulbaarisen neuritin yleisin aiheuttaja on MS-tauti. (Hollwich 1985: 240–241; Kanski 2003: 601; Kanski 2001: 53; Saari 2011: 273.)

5.4.3 Näköhermon iskeeminen neuropatia

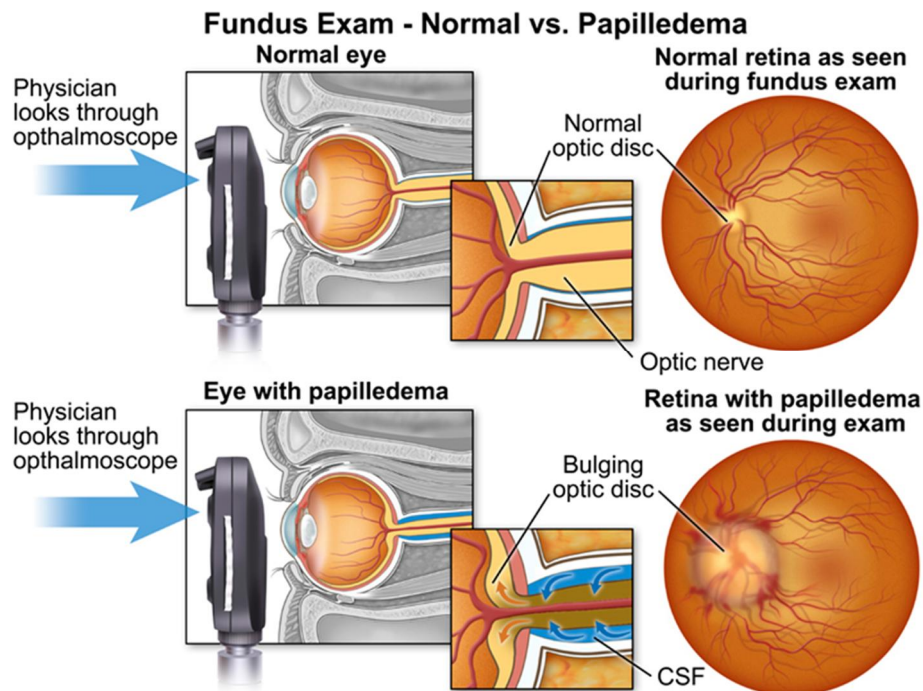
Näköhermon iskeeminen neuropatia on näköhermossa esiintyvä rappeumamuutos, joka johtuu arterioskleroosiin liittyvistä verisuoni-infarkteista tai näköhermolle myrkytystä aiheuttavista aineista, kuten metyylialkoholista. Iskeeminen neuropatia voi esiintyä joko silmämunan lähellä (*anteriöinen iskeeminen neuropatia*) tai syvällä silmäkuopassa (*posteriöinen iskeeminen neuropatia*). Tyypillisesti näköhermon iskeemistä neuropatiaa havaitaan arterioskleroosia sairastavilla henkilöillä, jolloin muutoksen aiheuttajina ovat verisuonten tukkeumat. Kummassakin muodossa oireena on äkkinäistä ja kivutonta yhden silmän näön heikentymistä tai näön menetystä. Näkökenttäpuutokset ovat myös tyypillisiä. (Hollwich 1985: 243– 244; Kanski 2003: 603; Saari 2011: 274.)

Anteriorisessa neuropatiassa näköhermonpää näyttää kalpealta, kohonneelta ja utuiselta. Papilla on turvonneen näköinen ja sen ympäristössä näkyy viirumaisia tai liekkimäisiä verenvuotoja. Turvotuksetonkin näköhermonpää voi olla rakenteeltaan ahdas, jolloin keskuskuoppaa ei näy tai se on hyvin pieni, mikä voi altistaa suonten tukkeutumiselle ja infarkteille. Posteriorisessa neuropatiassa näköhermonpää voi näyttää normaalilta, mutta yleensä verkkokalvolla on nähtävissä arterioskleroosista kertovia verisuonimuutoksia, jotka voidaan yhdistää arterioskleroosin aiheuttamaan näköhermon neuropatiaan. (Hollwich 1985: 243; Kanski 2003: 603; Saari 2011: 274.)

5.4.4 Papillaturvotus

Papillaturvotuksen, eli papillaedeeman taustalla voi olla monia syitä. Turvotus voi olla joko unilateraalista tai useimmiten bilateraalista, aiheuttajasta riippuen. Tyypillisiä papillaedeeman syitä ovat kallonsisäiset tilaa vievät muutokset, kuten kasvaimen koon muutos, tulehdussolukertymät tai kudosten vuotaminen tai laajeneminen. Tällöin kallonsisäinen paine voi nousta ja näköhermoon voi kohdistua mekaanista painetta. Näissä tapauksissa turvotus voi olla joko yhdessä tai molemmissa silmissä. Esimerkiksi kallonsisäisten kasvainten tapauksissa noin 60 % potilaista esiintyy myös papillan turvotusta. Jos aiheuttajana ovat jotkin muut syyt kuin kallonsisäiset muutokset, ilmenee näköhermonpään turvotus molemmissa silmissä. Tällaisia aiheuttajia voivat olla esimerkiksi leukemia, keuhkolaajentuma tai sydänvika. (Hollwich 1985: 238– 239; Kanski 2003: 611; Saari 2011: 266– 267.) Kuvan 27 yläkuvioissa on havainnollistettu normaalin näköhermonpään ja silmänpohjan rakennetta. Alakuvassa puolestaan havainnollis-

tetaan papillaturvotuksen (papilledema) aiheuttamia muutoksia näköhermoon ja silmänpohjaan näköhermonpään alueelle. Näköhermonpää on pullistunut ja näyttää kohonneena ja epäselvärajaiselta. Sen ympärillä on pieniä liekkimäisiä verenvuotoja. Papillaturvotuksen havaitsemiseen voidaan käyttää oftalmoskooppia. Muita näköhermon tutkimiseen soveltuvia välineitä ovat biomikroskooppi ja silmänpohjakamera.



Kuvio 27. Yläkuvioissa esitetään normaalin näköhermonpään ja silmänpohjan rakennetta. Alakuvassa puolestaan havainnollistetaan papillaturvotuksen (papilledema) aiheuttamia muutoksia näköhermoon ja silmänpohjaan näköhermonpään alueelle. (Medmovie 2011.)

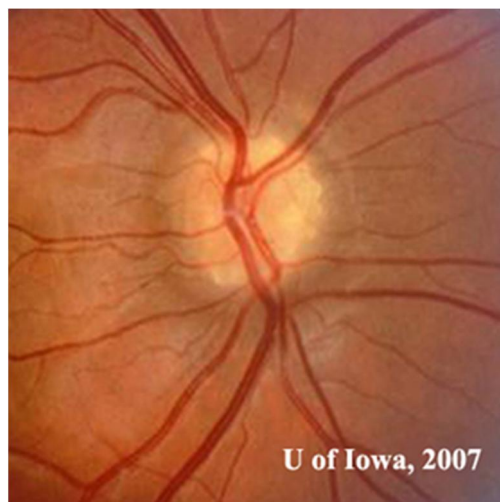
Henkilö, jolla on papillaedeema, ei välttämättä huomaa lainkaan näkökyvyssään tapahtuvia muutoksia, etenkin turvotuksen alkuvaiheessa. Kun tila etenee pitkälle, oireina on ajoittaista näön sumenemista ja sokean pisteen laajenemista. Muina oireina voi olla esimerkiksi pahoinvointia ja päänsärkyä, jos turvotuksen aiheuttajana on kallonsisäisen paineen nousu. (Hollwich 1985: 238; Kanski 2003: 611– 6012; Saari 2011: 267.)

Näköhermonpään turvotus ilmenee aluksi vain näköhermon nasaalisella puolella, mutta edetessään pidemmälle koko näköhermonpää laajenee ja kohoaa lasiaista kohti, jolloin sen reunat muuttuvat utuisen näköiseksi. Näköhermonpään keskuskuoppaa ja pieniä verisuonia on tällöin vaikea havaita. Näköhermonpään verisuonten tuloväylä kapenee ja lopulta umpeutuu turvotuksen edetessä, ja suonet seuraavat pullistuneen näköhermonpään muotoa ja tekevät mutkan laskeutuessaan näköhermonpään reunalta verk-

kokalvolle. Verkkokalvon verisuonista tulee muutenkin kiemurtelevia häiriintyneen verenkierron takia. Näköhermonpään väri muuttuu hypereemisen punaiseksi tai punaharmaaksi. Näköhermonpäättä ympäröivälle verkkokalvolle tulee papillaedeeman seurauksena myös liekkimäisen muotoisia verenvuotoja. Vaaleita pehmeärajaisia saostumia eli pumpulipesäkkeitä voidaan myös havaita. (Hollwich 1985: 237; Kanski 2003: 611– 612; Saari 2011: 267.)

5.4.5 Näköhermonpään drusen

Näköhermonpään drusen on synnynnäinen näköhermon poikkeama, joka löytyy tyypillisesti vain toisesta silmästä. Tämä on havainnollistettu kuvassa 28. Joskus näköhermonpään drusenit esiintyvät suvuittain eli ne voivat olla perinnöllisiä. Näköhermonpään drusen on samaa hyaliinimaista kalkkeutunutta materiaalia kuin muutkin verkkokalvon drusenit, mutta niiden esiintyvyys on paljon harvinaisempaa. Papilladruseneita ilmenee vain noin 0,3 % väestöstä. (Hollwich 1985: 236; Kanski 2003: 613.)



Kuvio 28. Näköhermonpään druseneita. Näköhermonpäässä näkyy useita vaaleampana erottuvia pyöreänmuotoisia kohoumia. (University of Iowa Health Care 2007.)

Näköhermossa esiintyvät drusenit eivät yleensä aiheuta haittaa tai näköoireita, mutta vakavissa tapauksissa ne voivat kuitenkin olla haitallisia. Tällöin oireina voi olla näön heikkenemistä ja näkökenttäpuutoksia, erityisesti kun drusenit ovat yhteydessä retinitis pigmentosaan. (Hollwich 1985: 236; Kanski 2003: 615.)

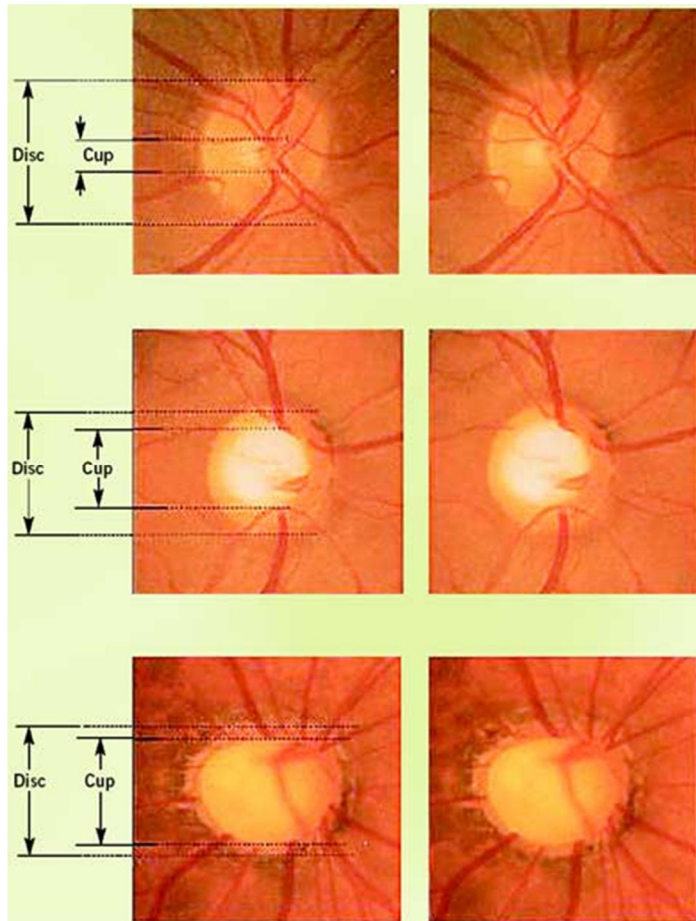
Näköhermonpään tutkimuksessa näköhermonpäässä nähdään kelta-valkoisia pyöreitä drusen-kohoumia, jotka näyttävät usein kiilteleviltä taustaansa nähden. Näköhermonpään verisuonet eivät ole peitossa, sillä drusenit ovat niiden alapuolella. Druseneita voi olla yksi tai useampia. Näköhermonpään keskuskuoppa voi olla peitossa druseneiden takia tai näköhermonpään reunat voivat olla epätasaiset verrattuna normaaliin näköhermonpäähän, riippuen druseneiden sijainnista. Lapsilla papilladrusenit ovat syvemällä ja vaikeammin nähtävissä. Ne nousevat yleensä näköhermon pintaan vasta teini-iässä, jolloin niiden kiiltely alkaa erottua. (Hollwich 1985: 236; Kanski 2003: 615.)

5.4.6 Glaukooma

Glaukoomassa muun muassa korkea silmänpaine aiheuttaa patologisia muutoksia näköhermonpäähän. Silmänpaineen nousu aiheutuu epänormaalista nestekierrosta silmän sisällä. Normaalissa silmässä sädekehän takakammioon erittämä neste kulkeutuu mustuaisen kautta etukammioon ja poistuu sieltä kammionkulmassa olevan trabekkelivyöhykkeen ja Schlemmin kanavan kautta laskimoverenkiertoon. Trabekkelivyöhykkeen kudokset ylläpitää silmän normaalia painetta. Jos trabekkelikudos ei toimi kunnolla, eikä kammioneste pääse virtaamaan ulos tarpeeksi hyvin, silmänpaine nousee. Häiriöt silmien etuosien fysiologisessa toiminnassa voivat aiheuttaa vakavia haittoja myös silmän takaosiin, glaukoomassa näköhermoon ja verkkokalvon hermosykerrokseen ja sitä kautta koko silmän toimintaan. (Spaeth ym.2002: 181; Saari 2011: 280; Vesti 1995: 1059.)

Näköoireina voi olla näkökenttäpuutoksia, mutta alkuvaiheessa potilaan on vaikea havaita niitä itse, koska ne eivät tule keskeisen näön alueelle. Kun glaukoomasta kärsivä henkilö havaitsee näkökenttäpuutoksen itse, on tauti todennäköisesti jo edennyt pitkälle. Jos glaukooma havaitaan varhaisessa vaiheessa, siihen viittaavat tekijät todetaan tyypillisimmin silmänpainemittauksen ja silmänpohjakuvausten kautta. Myös kammionkulman tutkimus voi vahvistaa diagnoosia. Kun tauti etenee pitkälle, katoaa silmästä ensin perifeeristä näkökenttää. Lopulta tauti voi hoitamattomana johtaa silmän sokeutumiseen. Glaukooma on tyypillisimmin vanhemman väestön sairaus, jonka aikainen havaitseminen voi olla ongelmallista, koska taudin aiheuttajia ei tiedetä, eikä oireita ole helppo havaita sairauden alkuvaiheessa. (Saari 2011: 283– 286.)

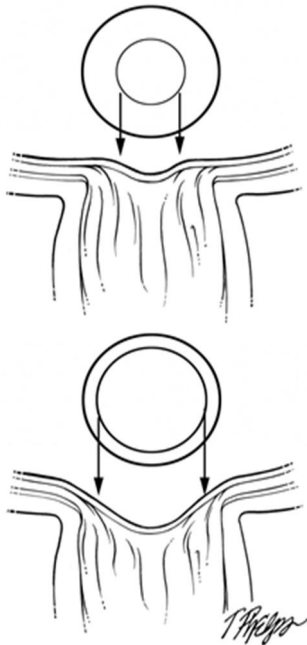
Korkea silmänpaine saa papillan keskuskuopan laajenemaan ja syvenemään. Tämä havainnollistetaan kuvissa 29 ja 30. Kuvassa 29 ylin kuvapari esittää lieviä papillan muutoksia, keskimäinen kohtalaisia ja alin kuvapari vakavia. Näköhermonpäästä lähtevät hermosyyt saattavat vaurioitua, joka aiheuttaa näkökenttäpuutoksia. Näköhermonpään tutkimuksessa havaitaan vaalean atrofisen papilla, jonka keskuskuoppa on laajentunut ja syventynyt vaurion laajuudesta riippuen. Näköhermonpään laajetessa sen neuraalinen reuna ohenee muutosten edetessä, jolloin näkymä voi olla samantyyppinen kuin likitaittoisessa silmänpohjassa. Cup-disc -kokosuhteen (C/D -suhde) arvioinnin lisäksi on tarkkailtava papillan keskuskuopan ja nystyn (disc) väliin jäävän neuraalisen reunan muotoa ja paksuutta sekä neuraalisen reunan vetäytymistä. Näköhermonpään kallistumisen ja laajenemisen suunta vaikuttavat siihen, mistä osasta nystyn ja keskuskuopan välinen reuna on ohuin. On arvioitu, että paineen nousu heikentää näköhermonpään ympäristön verenkiertoa ja aiheuttaa siten atrofiaa. Toisaalta on myös arvioitu, että korkea paine voi vaurioittaa näköhermon aksonikimppuja. Glaukooman näköhermovaurioiden syntymekanismista ei kuitenkaan olla täysin yksimielisiä. (Spaeth ym. 2002: 181– 183; Saari 2011: 280.)



Kuvio 29. Glaukoomalle tyypillisiä näköhermon pään muutoksia (Review of Optometry 2004.)

Ensimmäisiä glaukoomaan viittaavia muutoksia näköhermossa ovat neuraalisen kudoksen painaumat papillan reunoilla, tyypillisimmin ylä- ja alatemporaalisesti. Tyypillisesti keskuskuopan havaitaan olevan laajentunut enemmän näihin suuntiin, mutta myös tasaista keskuskuopan laajenemista ja syvenemistä eli ekskavaatiota voi esiintyä. Hermosyykerroksen peripapillaariset puutokset ilmenevät 1-2 papillan mitan päässä papillasta, ja ne muodostavat viuhkamaiset hermosyykerroksen puutosalueet papillalta ylä- ja alatemporaalisesti. Papillan reunoilla voi myös esiintyä liekkimäisiä verenvuotoja. (Saari 2011: 283.)

Normaali silmänpaine on erilainen eri ihmisillä, mutta yleisesti korkean silmänpaineen raja-arvona on pidetty 21 mmHg:n painetta. Monet kestävät jopa 30 mmHg:n painetta ilman glaukoomavaurioita, kun taas toisille jopa alle 21mmHg:n silmänpaine voi aiheuttaa ongelmia. Yli kolmanneksella henkilöistä, joilla todetaan glaukooma, silmänpaine on alle 21 mmHg. Taudin toteaminen ei siis perustu yksin silmänpainemittaukseen, vaan myös muut tutkimukset ovat tärkeitä. Kun paine on potilaalle liian korkea ja aiheuttaa muutoksia silmänpohjiin, on hoitokeinona silmänpainetta alentava lääkitys. Hermosoluihin jo syntyneitä vaurioita ei kuitenkaan pystytä korjaamaan, koska ne eivät tuhouduttuaan enää uusiudu. (Saari 2011: 288; Vesti 1995: 1059.)



Kuvio 30. Näköhermonpää yllä normaalilla ja alla laajentuneella keskuskuopalla (Johns Hopkins Medicine nd.)

5.5 Diabetes

Yleissairauksista diabetes eli sokeritauti on eniten sokeutta aiheuttava tauti 20 – 65 -vuotiailla esiintyvyyden ollessa 5 % länsimaisesta väestöstä. Suomalaisessa väestössä prosenttiosuus on tätäkin suurempi. Vuonna 2009 diabeetikoita arvioitiin olevan jopa 10 % väestöstämme, jos mukaan lasketaan myös diagnosoimattomat tapaukset. Suomen näkövammarekisterin mukaan diabeettinen retinopatia aiheuttaa 15 % työikäisten ja 7 % ikääntyneiden näkövammaisuuksista. (Kanski 2003: 439; Saari 2011: 399; Fält 2012: 19)

Silmävaikutusten ohella diabetekseen liittyy myös useita muita terveydellisiä haittoja eri puolelle kehoa. Diabetes johtuu haiman liian vähäisestä tai olemattomasta insuliinin tuotannosta tai puutteellisesta insuliinin vaikuttamisesta elimistössä. Tyypin 1 diabetes on insuliinin tuotannon ongelmasta johtuva muoto ja tyypin 2 diabetes johtuu insuliinin heikosta vaikutuksesta elimistössä. Tyypin 1 diabetes aiheuttaa diabeettista retinopatiaa enemmän (40 %) kuin tyypin 2 diabetes (20 %). (Kanski 2003: 439; Saari 2011: 399; Fält 2012: 19; Diabetesliitto.)

Elimistön sokeritasapainon heilahdellessa oireita esiintyy silmän eri osissa. Niitä ovat näöntarkkuuden vaihtelut, kaksoiskuvat, akkommodaatiokyvyn heikentyminen, fotopsia eli valon välähtely, kaihi, lasiaisverenvuoto, makulan turvotus, sarveiskalvon tuntoherkkyyden aleneminen, vähentynyt pupillin laajeneminen ja verisuonten kasvu värikalvoon. Silmänpohjien valokuvauksessa ilmi tulevat löydökset voivat olla oleellisessa asemassa diabeteksen mahdollisimman aikaisessa tunnistamisessa, mutta taudin diagnoosiin tarvitaan aina myös veren glukoosipitoisuuden mittaaminen. Taudin aikainen toteaminen on tärkeää, jotta sen hoito saadaan aloitettua mahdollisimman varhain ja diabeteksen aiheuttamat vakavat terveysvaikutukset ehkäistyä. (Saari 2011: 399–400; Fält 2012: 19–20.)

Diabeteksen vaikutuksista silmiin tärkein on retinopatia, joka esiintyy muutoksina verkkokalvon hiusverisuonissa. Verkkokalvon kapillaarien ja laskimoiden laajeneminen on esiastemuutos ennen varsinaista retinopatiaa, ja se voi johtua lisääntyneestä aineenvaihdunnasta verkkokalvon kudoksissa ja lisääntyneestä veren virtauksesta. Myöhemmässä vaiheessa vaurioita tulee myös verkkokalvon suurempiin verisuoniin. Retinopatiassa pieniin verisuoniin voi muodostua tukoksia ja vuotoa voi esiintyä. Mitä kauemmin diabetesta on sairastettu, sitä suurempi todennäköisyys on silmänpohjamuutoksille.

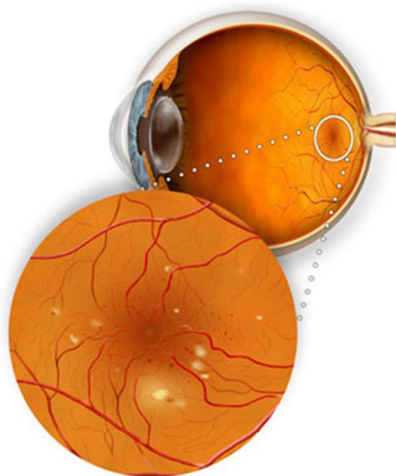
Diabeettinen retinopatia jaetaan nonproliferatiiviseen eli taustaretinopatiaan, preproliferatiiviseen eli vaikeaan taustaretinopatiaan ja proliferatiiviseen retinopatiaan. (Kanski 2003: 439; Saari 2011: 400–408; Fält 2012: 18–19.) Näitä diabeettisen retinopatian eri vaiheita esitellään seuraavissa alaluvuissa. Lisäksi kerrotaan diabeettisen makulopatian kliinisistä merkeistä.

5.5.1 Taustaretinopatia eli nonproliferatiivinen retinopatia

Taustaretinopatiassa muutokset silmänpohjalla pysyvät verkkokalvon sisäisinä. Havaittavia muutoksia ovat mikroaneurysmat ja mikroinfarktit eli pumpulipesäkkeet. Mikroaneurysmat ovat ensimmäisiä havaittavia taustaretinopatian silmänpohjamuutoksia. Ne ovat pieniä punaisia pisteitä, jotka ilmenevät aluksi fovean temporaalipuolelle. Jos mikroaneurysmat peittyvät veren alle, niitä voi olla mahdotonta erottaa pistemäisistä verenvuodoista. Kuvassa 31 on esitetty taustaretinopatian aiheuttamia muutoksia silmänpohjassa.

Kapillaarisuonten vuotaessa plasmaa ja lipidejä muodostuu turvotusta sekä pieniä kovia lipidiexsudaatteja ja pistemäisiä tai täplämäisiä verenvuotoja. Kovat eksudaatit ovat usein ryhmä- tai kehämuodostelmassa. Kovien eksudaattien kehän sisällä on usein mikroaneurysmia. Ajan kuluessa eksudaattien määrä ja koko voivat kasvaa, ja ne voivat ulottua fovealle.

Background Diabetic Retinopathy



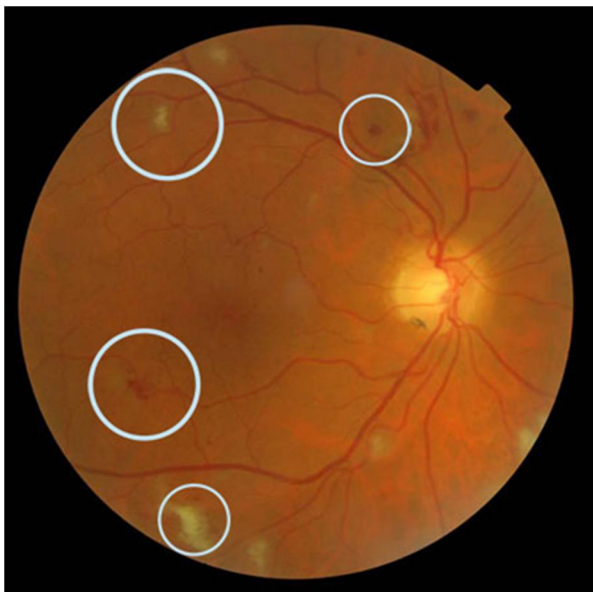
Kuvio 31. Kaaviokuva taustaretinopatiasta. Verkkokalvolla esiintyy mikroaneurysmia, täplämäisiä verenvuotoja ja pumpulipesäkkeitä. (Center for sight 2009.)

Turvotus on aluksi vain muutamassa verkkokalvon kerroksessa, mutta ajan kuluessa se voi ulottua koko verkkokalvon paksuudelle. Turvotuksen myötä syntyvän verkkokalvon paksuuntumisen erottaa parhaiten biomikroskoopilla Volkin linssiä apuna käyttäen. Taustaretinopatiassa näöntarkkuus ei laske, mutta muutoksia voidaan havaita kontrastiherkkydessä ja värinäössä. (Ehlers – Shah 2008: 290; Friedman ym. 2004: 358; Kanski 2003: 441 – 442; Saari 2011: 400 – 408.)

5.5.2 Vaikea taustaretinopatia eli preproliferatiivinen retinopatia

Preproliferatiivisessa retinopatiassa verkkokalvolla esiintyy kapillaarien paikallisia laajentumia, laskimoiden seinämien helminauhamaisia muutoksia sekä hapenpuutetta. Laajentuneet kapillaarit eli hiussuonet, *IRMA (Intraretinal microvascular abnormalities)* ovat lisääntyneitä ohuita punaisia suonia, jotka kulkevat valtimoiden ja laskimoiden välillä keskeisilläkin alueilla. Hiussuonten ohella laskimot laajenevat ja niissä voi olla helminauhamaisia ja silmukkamaisia laajentumia. Laskimot voivat myös näyttää ”mak-karamaisilta”. Myös valtimoissa voi olla muutoksia. Ne voivat kaventua, heijastaa hopeaa väriä ja hävitä pois muistuttaen verkkokalvon valtimohaaratukosta. (Kanski 2003: 443–445.)

Myös mikroinfarkteja eli pumpulipesäkkeitä ja täplämäisiä verenvuotoja on runsaasti. Pumpulipesäkkeet ovat kuollutta verkkokalvon hermosyykerrosta, jotka ovat syntyneet kapillaarivaltimoiden tukkeumien seurauksena. Pumpulipesäkkeet ovat väriltään vaaleita, pumpulipallomaisia löydöksiä, jotka peittävät alla olevat verisuonet. Tummia täplämäisiä verenvuotoja esiintyy verkkokalvon keskikerroksissa. Näitä muutoksia on havainnollistettu kuvassa 32. Preproliferatiivisen retinopatian eteneminen proliferatiiviseen muotoon on verrannollinen sairauteen liittyvien löydösten määrään kanssa. (Kanski 2003: 443–445; Saari 2011: 403.)



Kuvio 32. Preproliferatiivinen retinopatia. Verkkokalvolla vaaleita pumpulipesäkkeitä ja tummempia verenvuotoja. (Medical Imaging DRSS 2012.)

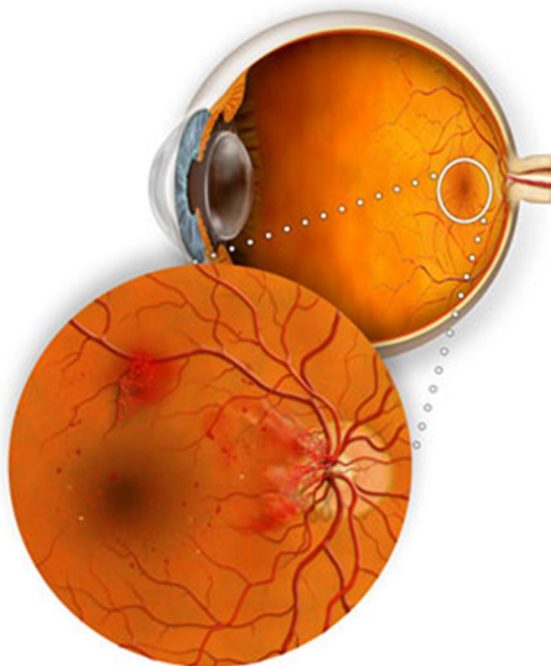
5.5.3 Proliferatiivinen retinopatia

Proliferatiivista retinopatiaa esiintyy 5 – 10 % diabeetikoista. Yli 30 vuotta sairastaneet tyypin 1 diabeetikot ovat suurimmassa riskiryhmässä, heistä 60 % esiintyy proliferatiivista retinopatiaa.

Proliferatiivisessa retinopatiassa muutoksia syntyy paitsi verkkokalvolle, myös verkkokalvon alle ja pinnalle. Proliferatiivinen retinopatia on kyseessä, kun kapillaarien tukkeumat aiheuttavat hapenpuutetta ja uudisverisuonten muodostumista näköhermonpäähän ja muualle silmänpohjalle. Uudissuonia voi alkaa kasvaa tukkeutuneen alueen reunasta tai laskimosta, joka kulkee tukkeutuneen alueen läpi. Uudissuonitus voi alkaa myös näköhermonpään kapillaareista. Kuvassa 33 näkyy verkkokalvon uudissuonitusta ja laajoja verenvuotoja. Aluksi uudissuonet kasvavat verkkokalvon pinnalla, mutta kohoavat vähitellen kohti lasiaiskalvon takapintaa ja näin ollen koholle silmänpohjasta. Uudissuonet ovat aluksi ohuita endoteeliputkia, mutta niistä voi myöhemmin kehittyä sidekudoksen ympäröimiä. Uudissuonet ovat heikkoja ja helposti verta vuotavia, ja ne ovat tunnusmerkki proliferatiivisessa retinopatiassa. Suonet voivat vuotaa plasmaa verkkokalvolle tai lasiaiseen. Lasiaiseen vuotaessaan plasma voi sumentaa näön tai näkyä vähäisenä nokisateena. Plasman tihkuminen lasiaiseen muuttaa lasiaisen rakennetta, aiheuttaa lasiaisen kutistumista ja lopulta lasiainen vetää uudissuonia kohti

lasiaistilaa. Toistuvista lasiaisverenvuodoista voi syntyä verkkokalvon irtauma. Jos verkkokalvon irtauma on perifeerisellä silmänpohjan alueella, sillä ei ole vaikutusta näöntarkkuuteen, mutta makulaan kohdistuva irtauma voi aiheuttaa näön menetyksen. Verkkokalvon traktioablaatio on yleisin syy nuoruusiän diabeteksen aiheuttamaan pysyvään näönmenetykseen. (Friedman ym. 2004: 358; Ehlers – Shah 2008: 293; Kanski 2003: 439; Saari 2011: 403–408; Saari 2001: 365–366.)

Proliferative Diabetic Retinopathy



Kuvio 33. Proliferatiivinen retinopatia. Verkkokalvolla uudissuonitusta ja verenvuotoja. (Center for sight 2009.)

5.5.4 Diabeettinen makulopatia

Diabeettinen makulopatia on yleisin näkökyvyn heikentymisen syy diabetespotilailla, varsinkin jos kyseessä on tyypin 2 diabetes. Jopa lievä makulopatia voi heikentää kontrastiherkkyyttä ja värien erottamiskykyä. Perifeerinen näkökyky säilyy, mutta keskeinen näöntarkkuus voi laskea. Näöntarkkuudet voivat laskea 0.2-0.3 tasolle erityisesti, jos eksudaatit muodostuvat keskuskuopan alueelle levymäiseksi kertymäksi. (Kanski 2003: 445–446; Saari 2001: 364; Saari 2011: 402.)

Diabeettisesta makulopatiasta on kyse, kun makulan ja erityisesti fovean alueella on havaittavissa verenvuotoja, kovia eksudaatteja, turvotusta ja hapenpuutetta. Kovat ek-

sudaatit voivat muodostua rengasmaisesti turvotusalueiden ympärille tai kerääntyä säteittäisesti hermosyiden väliin. Makulopatia voi olla eksudatiivinen tai iskeeminen tai näiden kahden muodon yhdistelmä. Eksudatiivisen eli ”eritteisen” makulopatian merkkejä ovat verkkokalvon paksuuntuminen ja rengasmaisesti muodostuneet kovat eksudaatit. Jos turvotusta on paljon makulan alueella, voi fovean paikantaminen olla mahdotonta. Iskeemisen eli hapenpuutteesta johtuvan makulopatian seurauksena näöntarkkuus voi laskea vaikka fovea näyttäisikin suhteellisen normaalilta. Kuvassa 34 silmänpohjakuva diabeettisen makulopatian aiheuttamasta turvotuksesta. Tummiä täpläisiä verenvuotoja voi myös esiintyä. Iskeeminen makulopatia yhdistetään usein preproliferatiiviseen retinopatiaan. (Kanski 2003: 445 – 446; Saari 2011: 402.)



Kuvio 34. Diabeettisesta makulopatiasta johtuvaa makulan alueen turvotusta ja kovia eksudaatteja. (Journal of Diabetes & Metabolism 2011.)

6 Silmnpohjien tutkiminen

Silmnpohjaa voidaan dokumentoida erilaisten valokuvauslaitteiden avulla. Tutkimus voidaan suorittaa myös monokulaarisella oftalmoskoopilla, binokulaarisella oftalmoskoopilla tai biomikroskoopilla. Oftalmoskopiitutkimuksessa voidaan käyttää apuna erilaisia silmnpohjia kuvaavia linsskejä tutkimustekniikasta riippuen. Seuraavissa luvuissa käsitellään erilaisia tutkimustapoja, niiden hyötyjä ja haittoja.

6.1 Silmnpohjien valokuvaus

Valokuvausmenetelmät ovat tulleet tärkeäksi osaksi silmnpohjien dokumentointia ja diagnostiikkaa. Kuvat voidaan ottaa joko mustavalkoisina tai värillisinä. Suomessa silmnpohjakameroista käytetyimmät ovat olleet Zeiss 30 asteen kuvakulmalla ja Canon CF-60Z, jonka kuvakulma on säädettävissä portaattomasti 60 asteeseen saakka. Nykykameroissa ei enää käytetä filmiä, vaan digitaalista kennostoa. Moderneimmissa kuvausmenetelmissä, esimerkiksi spektrikuvauksessa, saadaan perinteisiä silmnpohjakameran värikuvia paremmin esille pienempiäkin muutoksia verkkokalvon eri kerroksissa, jolloin poikkeavien löydösten näkyvyys paranee. Spektrikuvauslaitteiston avulla on saatu hyviä tuloksia esimerkiksi diabeteksen aiheuttamien silmnpohjamuutosten havainnoinnissa. Spektrikuvantaminen on kuitenkin varsin aikaa vievä menetelmä, joten se tuskin soveltuisi esimerkiksi seulontatyypiseen silmnpohjien tutkimukseen. (Saari 2011: 80; Fält 2012: 21–23, 33–35, 49–52.)

Silmnpohjavalokuvauksen syitä ja hyötytekijöitä on useita. Yksi merkittävä syy silmnpohjakuvaukseen on sen kautta saatava tarkka ja pysyvästi säilyvä dokumentti, josta on paljon hyötyä esimerkiksi erilaisten poikkeavien löydösten, tautien ja vammojen etenemisen seurannassa. Kuvien arkistointi ei vie tilaa, ja kuvat mahdollisine muistiinpanoineen ja merkintöineen säilyvät digitaalisessa muodossa vahingoittumattomina. Kuviiin on mahdollista rajata muutosalueita ja merkitä vastinpisteet, jotka on siirrettävissä uudempaan kuvaan, jolloin on selkeästi havaittavissa kuvausajankohtien välinen muutos, kuten melanooma, luomi tai kasvain. (Saari 2011: 85). Digitaalinen valokuvaus mahdollistaa myös kuvien lähettämisen eteenpäin silmälääkärille tai muulle ammattihenkilölle arvioitavaksi. Digitaaliset silmnpohjakuvat mahdollistavat myös välittömän ja nopean palautteen arvioinnista. Esimerkki silmnpohjakamerasta on kuvassa 35. (Grosvenor 2007: 160; Vaughan ym. 1992: 54.)



Kuvio 35. Esimerkki silmnpohjakamerasta. Zeiss Visucam 200. Kameralla pystyy ottamaan pienen pupillin (3.3 mm) läpi silmnpohjakuvan. (Zeiss 2013.)

Käytettäessä fluoreseiiniangiografiaa silmnpohjien tutkimisessa silmnpohjien valokuvaus on välttämätöntä, koska kuvia täytyy saada monta lyhyessä ajassa tutkimustilanteen muuttuessa hyvin nopeasti. (Saari 2011: 86). Unohtamatta potilasta, silmnpohjavalokuvat ovat ainoa tapa, jolla potilas voi kuvista itse nähdä silmnpohjansa ja huomata, mistä on kyse ja seurata mahdollista etenevää tai vakaata löydöstä. Myös kouluttamista sekä tiedon lisäämistä ja jakamista ajatellen valokuvauksesta on suurta hyötyä. Kuvista saadaan oivaa koulutusmateriaalia, silmnpohjan erilaisista tiloista voidaan keskustella yhdessä ja kehittää näin tietämystä eri silmäsauroksien etenemisestä. (Grosvenor 2007: 160.)

Silmnpohjan valokuvaus vaatii joskus mustuaisen laajentamisen tropikamidilla tai tarvittaessa fenyyliefriini-hydrokloridi -silmätipooilla. Laajennusta tarvitaan erityisesti silloin, kun kuvat otetaan laajakulmakameralla tai stereosilmnpohjakuvina. Kuuden millimetrin laajuinen mustuaisaukko on vähimmäisvaatimus edellä mainituille kuvaustavoille. (Saari 2011: 80.)

Silmnpohjien kuvantamiseen voidaan käyttää stereokuvia. Niitä otettaessa pupilli laajennetaan niin, että 2 - 2,4 mm siirtymä pupillin kohdalla saadaan aikaan. Käyttämällä erivärisiä valoja voidaan ottaa mustavalkokuvia, joista saadaan esiin silmnpohjan eri kerroksia. (Saari 2011: 80.)

Verkkokalvon hermosyykerros saadaan näkyviin sinisellä valolla, joka on tärkeää glaukoomapotilaan diagnostiikassa ja seurannassa. Hermosyykerroskuvaa saadaan suurennettua, sen jyrkkyyttä ja tummuutta saadaan säädettyä, jotta mahdolliset hermosyykerroksen puutokset tulevat selkeästi esille. Silmän optisten väliaineiden kirkkaus ja hyvä mustuaisen laajennus ovat vaikuttavia tekijöitä hermosyykerroskuvan laatuun. (Saari 2011: 81 - 83.)

Punaisella valolla saadaan esille silmänpohjan syvimät kerrokset, kuten pigmenttiepiteeli ja suonikalvo. Esimerkiksi suonikalvon luomi löytyy värivalokuvasta, mutta tarkkarajaisempana punasuodinkuvassa. Verkkokalvon sisemmät kerrokset, esimerkiksi verkkokalvon verisuonimuutokset näkyvät taas vihreällä valolla. Väri-, puna- ja vihersuodinkuvien vertailu on tärkeä menetelmä silmänpohjan kasvainten erottamisessa. (Saari 2011: 83.)

Autofluoresenssikuvaukseen voidaan käyttää hyödyksi kuvaamalla esimerkiksi drusenpapillia. Autofluoresenssikuvauksessa ei käytetä väriaine-injektiota, vaan siinä on käytössä fluoreseiiniangiografia-suodatin. Myös infrapunavalokuvaukseen voidaan käyttää silmänpohjan muutosten tutkimisessa. (Saari 2011: 83 – 84.)

6.2 Oftalmoskopia tutkimus

Silmänpohjien tarkasteluun hyvin soveltuva tutkimusväline on oftalmoskooppi. Silmänpohjan tutkimus voidaan suorittaa pelkän käsi oftalmoskoopin (kuva 36.) avulla tai erityistä tutkimuslinssiä apuna käyttäen. Linsejä voidaan käyttää myös tutkittaessa silmänpohjaa biomikroskoopilla. (Grosvenor 2007: 147; Saari 2011: 63.)



Kuvio 36. Käσιοftalmoskooppi. (Sight Reach Surgical 2011.)

Mustuaisten laajentaminen mahdollistaa silmänpohjan laajemman pinta-alan tarkastelun. Oftalmoskopia voidaan suorittaa myös ilman mustuaislaajennusta, etenkin pupillin ollessa luonnostaan reilun kokoinen. Pupillin riittävää kokoa voidaan ylläpitää himmeäköllä oftalmoskoopin valolla ja sopivalla tutkimustilan yleisvalaistuksella. Tila ei saisi olla liian pimeä tai valoisa, jotta silmän liiallinen häikäistyminen vältettäisiin. Silmän mustuaisen laajennusta käytettäessä on aina varmistuttava, ettei siitä aiheudu tutkittavalle haittaa, kuten kammiokulman sulkeutumisen riskiä. Tästä syystä silmänpaine ja kammiokulman syvyys sekä avoimuus on syytä tutkia ennen mustuaislaajennusta. (Fletcher – Still 1998: 31; Saari 2011: 64.)

Mustuaislaajennuksen etuihin voidaan lisätä myös tutkittavan mahdollisen akkommodaation eliminointi, joka helpottaa tutkijalle muodostuvan verkkokalvon kuvan tarkkana pysymistä oftalmoskopiatuskimuksen aikana. (Grosvenor 2007: 148.)

6.2.1 Monokulaarisen oftalmoskopian tutkimustekniikka

Monokulaarinen oftalmoskopia voidaan suorittaa istualtaan tai seisaaltaan, tutkittavan istuessa vastakkain tutkijan edessä. Tutkija asettuu tutkimuskohteena olevan silmän puolelle. Oftalmoskooppia pidetään oikeaa silmää katsottaessa tukijan oikeassa kädessä ja päinvastoin, ja oikeaa silmää katsotaan tutkijan oikealla silmällä ja päinvastoin. (Fletcher – Still 1998: 33; Saari 2011: 64.) Tätä tekniikkaa havainnollistetaan kuvassa 37.



Kuvio 37. Suora oftalmoskopia. Tutkija käyttää vasenta silmäänsä tutkiessaan asiakkaansa vasenta silmää. (M Narahara. American Academy of Ophthalmology 2002.)

Tutkittavaa pyydetään katsomaan joko suoraan eteenpäin tai muuhun haluttuun suuntaan, esimerkiksi tutkimushuoneen nurkkaan, jotta valo saadaan heti tarkennettaessa suunnattua näköhermonpään alueelle. (Fletcher – Still 1998: 32; Saari 2011: 64– 65.)

Tutkimuksen aluksi haetaan oftalmoskoopin valolla silmänpohjan punaheijaste noin 20–30 cm tutkimusetäisyydeltä. Tässä vaiheessa voidaan samalla tarkastella ilmeneeko tutkittavassa silmässä mahdollisia mykiön samentumia, jotka näkyvät tummentumina punaheijasteessa. Seuraavaksi oftalmoskooppi viedään lähemmäksi silmää ja samalla muutetaan oftalmoskoopin linssikiekon tarkennusta sopivaksi vähentämällä asteittain linssikiekon plusvahvuutta. Plusvoimakkuuden pienentyessä oftalmoskoopin tarkastelutaso on yhä syvemmällä silmässä, jolloin on mahdollista huomata myös lasiaisen muutoksia ennen silmänpohjalle tarkentamista. Kun tutkijalle muodostuva kuva on lopulta tarkennettu silmänpohjan tasolle, on oftalmoskooppi suorassa tutkimustavassa hyvin lähellä tutkittavaa silmää, noin 3,5 cm etäisyydellä. Jos tutkijan ja tutkittavan silmät ovat virhetaitteettomia, on oftalmoskoopin linssisarja päätynyt tässä vaiheessa nollavoimakkuuteen. (Grosvenor 2007: 148– 149; Saari 2011: 64, 66.)

Monokulaarisessa epäsuorassa oftalmoskopiassa punaheijaste haetaan kauempaa, noin käsivarren mitan päästä. Epäsuorassa tutkimustavassa oftalmoskooppia ei ole verkkokalvoa tutkittaessakaan tarpeen viedä kuin noin 40–50 cm päähän tutkittavasta silmästä, koska tarkastelussa käytetään apuna erillistä suurentavaa tutkimuslinssiä. (Grosvenor 2007: 148–149; Saari 2011: 64, 66– 67.)

6.2.2 Suora ja epäsuora oftalmoskopia

Suora oftalmoskopia suoritetaan käsoftalmoskoopilla, josta valo heijastuu peilin tai prisman kautta pupilliaukon läpi tutkittavan silmänpohjalle. Tutkija tarkastelee tutkittavaa silmää monokulaarisesti oftalmoskoopin peilin aukon kautta, prisman yläpuolelta. Kohteen kuva muodostuu oikein päin, ja kerrallaan näkyvä alue on noin 2 mm laajuinen. Suoralla oftalmoskoopilla nähdään kerrallaan vain pieni osa silmänpohjasta ja se soveltuu hyvin pienten yksityiskohtien tarkasteluun. (Fletcher – Still 1998: 31; Saari 2011: 63.)

Tutkittavan ja tutkijan silmien taittovirheet tulee korjata oftalmoskoopin linssisarjaa apuna käyttäen tarkan kuvan saavuttamiseksi. Jos tutkittavan refraktiokorjaus ei ole tiedossa, tutkija yksinkertaisesti pyörittää linssisarjakiekkoa niin kauan kunnes kohteen kuva tarkentuu. Hyvänä tarkennuskohteenä toimii esimerkiksi näköhermonpää tai silmänpohjan verisuonitus. Tarkennusta on muutettava silmänpohjaa kartoitettaessa, koska syvyyserot vaihtelevat silmänpohjalla. Kuvan tarkkuuteen vaikuttaa myös tutkijan ja tutkittavan silmien akkommodointi tutkimuksen aikana, joka olisi hyvä saada minimoitua. (Grosvenor 2007: 148; Saari 2011: 64.) Seuraava kuva esittää epäsuoraa oftalmoskopiointia.



Kuvio 38. Epäsuora oftalmoskopiatus tutkimus päähän kiinnitettävällä binokulaarisella epäsuoralla oftalmoskoopilla. Tutkija käyttää 20 dioptrian etulinssiä. Tutkimus voidaan suorittaa myös tavallisella käsoftalmoskoopilla ja etulinssillä. (M. Nahara, American Academy of Ophthalmology 2002.)

Epäsuora oftalmoskopia sopii hyvin useimpien silmänpohjien tutkimustavaksi. Se voidaan tehdä binokulaarisesti tai monokulaarisesti, riippuen välineistöstä. Epäsuoralla oftalmoskoopilla saadaan kerralla laajempi kuva silmänpohjasta, ja tarkastelussa käytetään apuna tutkimuslinssiä. Monokulaarisessa epäsuorassa oftalmoskopiassa silmänpohjaa tutkitaan käsoftalmoskoopin avulla noin 40–50 cm etäisyydeltä pitämällä tutkittavan silmän edessä, noin 5 cm etäisyydellä, suurentavaa (yleensä noin +20 D) tutkimuslinssiä. Mitä suurempi plusvahvuus linssissä on, sitä pienempi on sen tuottaman kuvan suurennos ja laajempi näkökenttä. Linssin läpi tutkittavaan silmään suunnataan oftalmoskoopin valo, näkyvästä alueesta muodostuu tutkijalle ylösalaisin oleva suurennettu peilikuva silmän pohjasta, noin 12mm alueelta. (Grosvenor 2007: 149; Fletcher – Still 1998: 31– 32; Saari 2011: 66– 67.)

Koska tarvittava suurennos on pienempi kuin suorassa oftalmoskopiassa, on mahdollista tarkastella kerrallaan laajempaa osaa silmänpohjasta, silmäpohjan korkeuserojen häiritsemättä. Pienemmällä suurennoksella kohteen tarkka erotuskyky ei kuitenkaan ole yhtä hyvä kuin suorassa oftalmoskopiassa, jossa käytetään suurempaa suurennosta. Tällöin pienimpiä kohteita ei voida tarkastella epäsuoralla oftalmoskopialla. (Fletcher – Still 1998: 31; Saari 2011: 66– 67.)

Biomikroskoopilla tutkittaessa binokulaarinen epäsuora oftalmoskopia suoritetaan Volkin (+78 D tai +90 D) linssin avulla, jota pidetään tutkittavan silmän edessä. Mikroskooppi vedetään normaalia kauemmaksi tutkittavasta. Punaheijasteen näkyessä tuodaan mikroskooppi lähemmäksi tarkan kuvan saavuttamiseksi. Käytettävä suurennos on suuri, ja silmänpohjan rakenteet saadaan kartoitettua pyytämällä tutkittavaa suuntamaan katsetaan eri suuntiin. (Saari 2011: 67– 68.) Kuva 39 havainnollistaa biomi-kroskopointia.



Kuvio 39. Biomikroskopointia. Tutkija katsoo mikroskoopin okulaarien läpi ja pitää etulinssiä tutkittavan silmän edessä. Tutkija näkee ylösalaisin olevan peilikuvan silmänpohjasta. (Diabetic Retinopathy Screening Services in Scotland 2003.)

6.2.3 Mitä tutkitaan?

Ensin on hyvä tutkia punaheijasteen avulla mykiötä ja syvemmälle silmään tarkennettaessa on mahdollista nähdä myös lasiaisen mahdollisia poikkeamia, kuten samentumia tai irtaumia. Kun tutkimus etenee silmänpohjan tasolle, on keskeisistä rakenteista tutkittava vähintään näköhermonpää, verkkokalvon suonet, silmänpohjan tausta eli fundus sekä makulan alue. Silmänpohjan perifeeriset alueet voivat olla vaikeammin tutkittavissa etenkin, jos tutkittavan silmän pupillia ei ole laajennettu, eikä apuna käytetä laajempaa näkökenttää tuottavaa tutkimuslinssiä. Silmänpohjan periferioita tutkittaessa on hyödyllistä pyytää tutkittava suuntaamaan katsettaan eri suuntiin, jotta saadaan paras mahdollinen katseluyhteys reuna-alueille, jokaiseen katsesuuntaan. Sekä suorassa että epäsuorassa oftalmoskopiassa tutkittavan katse suunnataan haluttua tarkastelukohdetta vastaavaan suuntaan. Tällöin esimerkiksi verkkokalvon yläperiferian näkee parhaiten pyytämällä tutkittavaa suuntaamaan katseensa ylöspäin. Epäsuoralla oftalmoskopialla tutkittaessa on muistettava kuvan ylösalaisin ja peilikuvaksi kääntymisen, jottei nähtävää kuvaa tulkita väärin. (Grosvenor 2007; 147–152.)

7 Prosessin kuvaus

Opinnäytetyöprosessimme koostuu kirjallisesta osiosta ja produktiivisesta osasta, eli tuotoksesta. Opinnäytteen tuotoksena on kirjallisen oppaan tekeminen, joka on mahdollista ladata verkosta PDF -tiedostomuodossa. Opinnäytetyön eri vaiheet sekä oppaan rakenne ovat seuraavien alalukujen aiheita.

7.1 Työn vaiheet

Ajatus opinnäytetyömme aiheesta syntyi syksyllä 2012. Pohjana käytimme aikaisemmin toteutettua opinnäytetyötä, jonka kyselytutkimuksen perusteella syntyi ajatus lähteä kehittämään silmänpohjan seulontaopasta optikolle. Kyseiseen kyselytutkimukseen vastanneista optikoista osa oli kiinnostuneita oppaasta. Tässä vaiheessa rajasimme aiheen kattamaan vain silmänpohjaa ja verkkokalvoa, jottei oppaasta tulisi liian laaja. Tarkoituksena oli sisällyttää oppaaseen mahdollisimman paljon kuvia ja vain tarpeellinen määrä tekstiä kuvien tulkintaa varten.

Ensimmäiseen seminaariin osallistuimme 15.11.2012, jolloin työn ohjaajiksi valittiin lehtorit Juha Päälylyaho ja Eero Kokko. Huittisten Näkökeskuksen toimitusjohtaja optikko Pauli Kurunmäki ja optikko Brian Tompkins lupautuivat antamaan arkistoistaan kuvia. Myös toisella ohjaajallamme Juha Päälylyaholla oli oma arkisto silmänpohjakuvia, joita saisimme hyödyntää.

Aloitimme työn tekemisen teoriaosuuksien kirjoittamisella tammikuussa 2013. Teorian kirjoitimme tammi-maaliskuun 2013 aikana. Halusimme koota laajan teoriaosuuden, joka kulkee käsi kädessä oppaan kanssa. Teoriaa kirjoittaessamme painotimme silmänpohjien tutkimisen näkökulmaa, joten esimerkiksi eri sairaudet, jotka vaikuttavat silmänpohjiin on esitelty keskittyen niiden silmänpohjavaikutuksiin. Näin ollen esimerkiksi tautien riskitekijät ja hoitomahdollisuudet on rajattu pois.

Teoriaa kirjoittaessamme aloitimme myös kuvien hankinnan opasta varten. Saimme tammikuun lopussa Englannista kuvia. Niistä suurin osa oli Daytona -silmänpohjakameralla otettuja Optomap-kuvia, joiden käyttöä harkitsimme vielä tässä vaiheessa. Kyseistä laitetta ei nimittäin vielä löydy suomalaisista optikkoliikkeistä. Myös kuvien rajaus silmänpohjan keskeiseen alueeseen tuntui edelleen käytännöllisimmältä.

Keskeisen alueen kuvat on mahdollista ottaa Suomessa yleisimmillä silmänpohjakameroilla. Silmänpohjien kuvaus keskittyy myös tällä hetkellä lähinnä keskeisen alueen seulontaan. Päätimme kuitenkin sisällyttää oppaaseen myös laajemman alueen silmänpohjakuvia vertailun mahdollistamiseksi. Lisäksi halusimme laittaa mukaan muutamana Smartscope -kameralla (suomalaisvalmisteinen digitaalinen oftalmoskooppi) otetun esimerkkikuvan.

Pauli Kurunmäeltä ja Juha Päälylsaholta saimme tarvitsemiamme keskeisen alueen silmänpohjakuvia. Käytimme myös Juha Päälylsahon suosittelemia Internet-sivustoja kuvien hankintaan. Valitsemiltamme sivustoilta sai vapaasti kopioida kuvia tieteelliseen käyttöön, joten tekijänoikeudet eivät rajoittaneet työn tekemistä.

12.2.2013 osallistuimme toiseen seminaariin, jolloin toinen ohjaajistamme Eero Kokko vaihtui lehtori Juha Havukumpuun. Opasta hahmottelimme helmikuun 2013 ajan ohjaajamme Juha Päälylsahon avustuksella. Oppaan viimeistely tapahtui maaliskuun aikana. Rajasimme oppaassa esitettävät, sairauksiin liittyvät silmänpohjamuutokset koskemaan yleisimpiä suomalaisessa väestössä esiintyviä sairauksia. Koimme myös tärkeäksi huomioida yleisimmät ei-patologiset muutokset silmänpohjalla, koska ne saattavat joskus näyttää huolestuttavilta. Optikon on myös hyvä tiedostaa, että silmänpohjat ovat erinäköisiä eri-ikäisillä ja erirotuisilla ihmisillä. Palautimme opinnäytetyömme maaliskuun lopussa.

7.2 Oppaan rakenne

Opas on tehty Word-ohjelmaa käyttäen ja muutettu PDF -tiedostomuotoon oppaan valmistuttua. Ensimmäisenä oppaassa on sisällysluettelo, joka on mahdollisimman selkeä, jotta oppaasta löytää etsimänsä nopeasti kiireisessäkin työympäristössä. Oppaan alkusivuilla on myös taulukot näköhermonpään cup/disc -suhteesta, verisuonien heijasteesta ja kiemuraisuudesta. Sijoitimme alkuun myös kuvan normaalista silmänpohjasta, johon on nuolilla merkitty tärkeät silmänpohjalta tutkittavat alueet. Kuvien yhteyteen on myös listattu pääasiat silmänpohjalta tutkittavista asioista ja niiden normaaliudesta.

Valitsimme eri kameroilla otettuja kuvia vertailun mahdollistamiseksi sekä oppaan monipuolistamiseksi. Kuvat ovat suuria, jotta erotettavuus ja tarkkuus olisivat mahdolli-

simman hyvät. Kuvien alla on selitetty kuvasta löytyviä yksityiskohtia. Osaan kuvista on merkitty mustilla nuolilla siitä näkyvät löydökset. Jos löydöksiä on useampi kuin yksi, on nuolet numeroitu. Numeroidut kohdat on selitetty kuvatekstissä. Taustaväri oppaassa on valkea ja fontin väri musta.

Kuvien asettelu tuotti haasteita, sillä joidenkin kuvien mahduttaminen yhdelle sivulle oli hankalaa. Selkeyden kannalta koimme kuitenkin tärkeäksi laittaa kaksi kuvaa yhdelle sivulle. Uusi aihealue alkaa aina uudelta sivulta.

Olemme lajitelleet normaaleja löydöksiä sisältävät silmänpohjakuvat sekä eri sairauksiin liittyvät kuvat omien pääotsikoidensa alle, jotta ne olisivat mahdollisimman helposti ja nopeasti löydettävissä. Aihealueet ovat normaali silmänpohja, normaalit löydökset, silmänpohjan ikärappeuma, vaskulaariset sairaudet, näköhermon sairaudet, glaukooma, diabetes ja muita löydöksiä. Aiheita on eritelty eri alalukuihin selkeyden takaamiseksi. Näköhermonpäästä on myös muutama suurennettu lähikuva, jotta sen mahdolliset muutokset olisi helpommin havaittavissa. Kuvat 40 ja 41 ovat esimerkkikuvia oppaan sivuista.

Mielestämme onnistuimme tekemään oppaasta informatiivisen ja selkeän kokonaisuuden. Kuvat ovat laadukkaita ja oppaan käyttäjän on mahdollista verrata eri kameroiden kuvan laatua. Se monipuolistaa opasta. Kuvia voisi kuitenkin olla enemmän, sillä muutokset voivat olla samassakin sairaudessa erilaisia. Silmänpohjakuvia pitää tarkastella satoja, jotta rutiini niiden tutkimiseen syntyy. Optometristin saattaa olla joskus vaikea erottaa, mistä löydös silmänpohjalla johtuu, sillä eri sairauksien muutokset voivat olla samankaltaisia. Tässä mielessä silmälääkärin ja optikon yhteistyö korostuu entistä enemmän. Seulonnan apuna kannattaa käyttää muitakin lähteitä juuri näistä syistä.

Opas on mahdollista ladata Metropolian ammattikorkeakoulun optometrian koulutusohjelman Internet-sivuilta.

14 (38)

4 Silmänpohjan ikärappeuma (ARMD)

4.1 Kuiva muoto



Drusenkertymä makulan alueen läheisyydessä.

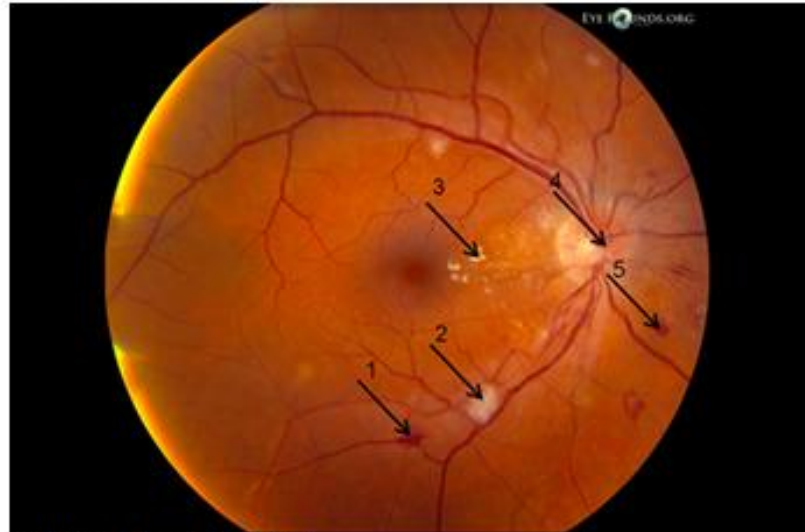


Druseneita keskeisellä alueella.

Kuvio 40. Esimerkkikuva oppaan sivusta

22 (38)

5.5 Kohonnut verenpaine



- 1 Liekkimäinen verenpurkauma
- 2 Pehmeä pumpulleksudaatti
- 3 Kovia lipidieksudaatteja
- 4 Turvonnut näköhermonpää
- 5 Täplämäinen verenpurkauma



Selvästi kaventuneet ja kiemuraiset valtimot kohonneesta verenpaineesta johtuen.

Kuvio 41. Esimerkkikuva oppaan sivusta.

8 Pohdinta

Normaalia silmänpohjaa ja sen patologisia sekä normaaleja muutoksia laajasti käsittelevän opinnäytetyön toteuttamisessa oli oleellista sisällön rajauksen tekeminen. Haastavinta oli päättää, mitä asioita otamme mukaan teoriaosuuteen ja mitä jätämme työn ulkopuolelle.

Opinnäytetyön kirjallisen osuuden pohjalta rakennetun tuotoksen eli itse oppaan kohdalla edessämme oli jälleen sama ongelma. Koska emme halunneet oppaan laajenevan liian suureksi käytettävyyden kustannuksella, oli rajausta tehtävä entistä huolellisemmin. Tarkoituksenamme ei ollut toteuttaa opasta, joka sisältäisi mahdollisimman paljon erilaisia silmänpohjamuutoksia, vaan nimenomaan käyttökelpoinen ja kätevä käsikirja, joka toimisi seulontatyypisesti yleisimpien muutosten tarkastelun apuvälineenä. Tällöin sen sivumääräkään ei mielestämme saisi olla liian suuri.

Alun perin ajatuksenamme oli sisällyttää oppaaseen vain tyypillisimpiä silmänpohjia tutkivan optikon eteen tulevia löydöksiä, jotta oppaasta saatava hyöty olisi mahdollisimman suuri ja sen sisältö vastaisi käyttötarvetta. Emme halunneet oppaan käytettävyyden kärsivän sisällön laajentumisen myötä, siksi karsimme esiteltäviä löydöksiä paljon. Tämä tietysti johtaa väistämättä siihen, että opasta apunaan käyttävä optikko voi melko helposti joutua tilanteeseen, jossa hän silmänpohjaa tai silmänpohjakuvaa tarkastellessaan havaitsee jotakin sellaista, jota ei tästä oppaasta tai koko opinnäytetyöstämme löydy. Tuskin kukaan kuitenkaan tukeutuu tutkimustyössään liikaa vain yksittäiseen ohjenuoraan, oppaaseen tai lähdekirjaankaan. Oletamme että vaikeasti tulkittavien löydösten äärellä painiskelevat optometristit eivät epäröi hakea ja varmentaa tietoaan useista luotettavista lähteistä, ja tarvittaessa muilta silmänpohjakuviin perehtyneiltä henkilöiltä. Haluamme myös korostaa silmälääkärille ohjauksen tärkeyttä epäilyttävien silmänpohjalöydösten ilmetessä ja aina, kun siihen on tarvetta.

Pohdinnan alla oli myös se, onko tarpeen ottaa oppaaseen kuvia, jotka esittävät vakavia, pitkälle edenneitä silmänpohjamuutoksia, koska niitä ei todennäköisesti tule optikon silmätutkimuksissa juurikaan ilmi. Tällaisen löydöksen omaava henkilö todennäköisesti hakeutuu jo suoraan sairaalaan tai silmälääkärin vastaanotolle edellyttäen, että muutokseen liittyy kipuja ja selviä näköhäiriöitä. Jos esimerkiksi silmästä häviää äkkinäisesti näkö, kuten MS-taudin aiheuttamassa näköhermonpään tulehduksessa voi käydä, on todennäköistä, että henkilö hakeutuu pikaisesti lääkärin vastaanotolle. Voi-

daan olettaa, että silmänpohjiin vakavia muutoksia aiheuttavia sairauksia sairastava henkilö päätyy optikon seulottavaksi ja tarkastettavaksi lähinnä muutosten alkuvaiheessa tai silloin, kun sairautta tai muutoksiin liittyvää patologista tilaa ei ole vielä todettu.

Poikkeuksena ovat ne patologiset silmänpohjamuutokset, joiden takia ei yhtä helposti hakeuduta lääkäriin niiden salakavalan ja huomaamattoman kehittymisen vuoksi. Tällaisia muutoksia ei niiden vakavuudesta huolimatta huomata helposti ilman silmänpohjille katsomista. Ne eivät välttämättä aiheuta haittaa näkemiselle tai tuota muita henkilön itsensä havaitsemia muutoksia ennen kuin ne ovat jo edenneet pitkälle. Tällaisia patologisia muutoksia ovat esimerkiksi glaukoomaan ja diabetekseen liittyvät silmänpohjamuutokset. Näiden sairauksien aikainen tunnistaminen on tärkeää ja silmänpohjia tutkiva optikko voi olla tärkeä osa seulontatutkimusta. Kun silmänpohjilta havaitaan epänormaaleja muutoksia, on lääkäriin lähettäminen aina paikallaan, jotta löydöksille saadaan selvitettyä syy, ja asiakas pääsee mahdollisimman aikaisessa vaiheessa hoidon piiriin.

Alkuvaiheessa olevista silmänpohjamuutoksista on huomattavasti vähemmän kuvamateriaalia saatavilla, eikä löydösten tunnistaminen ole yhtä suoraviivaista ja helppoa kuin pidemmälle edenneiden sairaustilojen kohdalla. Tästä syystä oppaaseen valikoitui loppujen lopuksi enemmän vakavampia ja siten selkeitä ja helpommin havaittavissa olevia löydöksiä. Niiden avulla on helpompi selvittää sitä, miltä muutokset selkeimmillään näyttävät. Kuvat vakavammista muutoksista tuovat kuitenkin apua myös lievempien muutosten tunnistamisessa, sillä lievät alkuvaiheen muutokset ovat usein samankaltaisia, mutta pienemmässä mittakaavassa ja ehkä vaikeammin havaittavissa.

Vaikka alkuperäisenä ajatuksenamme oli rajata harvinaiset silmänpohjamuutokset tämän opinnäytetyön ja sen osana tehdyn oppaan ulkopuolelle, mukaan päätyi kuitenkin muutamia harvinaisempia löydöksiä, jotka olemme katsoneet hyväksi tunnistaa. Näitä ovat esimerkiksi normaaleihin löydöksiin sisällyttämämme verkkokalvon rypytyminen tai näköhermonpään alueen löydöksistä papilladrusen.

Yleisyys ja harvinaisuus ovat muutenkin vaikeasti määriteltäviä käsitteitä ja ne voi mieltää hieman eri tavoin. Onko esimerkiksi verkkokalvon luomi yleinen löydös, kun sen esiintyvyys väestössä on vähintään viiden prosentin luokkaa? Tällöin kaikista noin 5,4 miljoonasta suomalaisesta ainakin 270 000:lla on luomi silmänpohjallaan. Todennäköi-

syys sellaisen löytämiseen silmänpohjakuvia katsottaessa tai silmiä oftalmoskoopilla tutkittaessa on siis varsin suuri. Kuten edellä mainittiin, on eri ilmiöiden yleisyys tai vastakohtaisesti harvinaisuus kuitenkin aikalailla suhteellinen käsite. Osa työhömmme valikoituneista löydöksistä eivät välttämättä kaikkien ihmisten mittapuulla vastaa käsitystä yleiseksi tai harvinaiseksi luokiteltavista löydöksistä.

8.1 Jatkotutkimusehdotukset

Jatkotutkimusehdotuksina esitämme samanlaisen oppaan tekemistä jostakin muusta silmän osasta, esimerkiksi etuosista. Erillisen oppaan voisi tehdä myös vain tietyistä patologisesta tilasta tai sairaudesta, kuten diabeettisesta retinopatiasta. Tällöin olisi mahdollista paneutua syvällisesti yhteen, valittuun aiheeseen. Oppasta voisi myös kehittää niin, että valituista verkkokalvon tiloista otettaisiin kuvia kameroilla, jotka ottavat keskenään erilaisia kuvia. Näin saataisiin kattavampi opas erilaisten kameroiden ottamien kuvien ominaisuuksista. Oppaan voisi toteuttaa myös käyttämällä vain yhden kameran kuvia, mutta lisäämällä kuvien määrää ja näin ollen eri vaiheita taudeista saataisiin esiteltyä enemmän.

Lisätutkimusehdotuksena voisi olla myös fluoreseiiniangiografiaan ja tällä menetelmällä tutkittaviin silmänpohjasairauksiin keskittyvä opinnäytetyö. Monia silmänpohjalta havaittavia sairauksia, esimerkiksi diabeteksen aiheuttamia silmänpohjamuutoksia, tutkitaan fluoreseiiniangiografian avulla. Jo toteutetusta oppaasta voisi tehdä käytettävyystudiumuksen, jolloin sen todellinen hyöty saataisiin selvitettyä.

8.2 Itsekritiikki

Oppaassa voisi olla enemmän kuvia. Sitä voisi myös laajentaa kattamaan enemmän kunkin patologisen tilan tai sairauden kuvia sen jokaisesta vaiheesta. Tällöin opas sisältäisi taudin alkuvaiheen, kehittyneemmän vaiheen ja erittäin vakavan vaiheen kuvia. Oppaassamme jokaisesta taudista ei ole useita kuvia, koska kuvien saaminen osoittautui haastavaksi. Kuvien määrän lisääntyessä opas olisi vielä kattavampi ja luotettavampi, kun kuvia olisi enemmän jokaisesta tilasta. Näin opas saattaisi kuitenkin muodostua liian pitkäksi. Jos meillä olisi ollut enemmän aikaa oppaan työstämiseen, siitä olisi voinut tehdä laajemman ja yksityiskohtaisemman.

Oppaamme käytettävyyttä ei ole tässä opinnäytetyössä otettu huomioon ulkopuolisen kannalta, sillä ajanpuutteen vuoksi jouduimme jättämään käytettävyyden tutkimisen kokonaan pois. Oppaan toimivuus optikon työssä on tällä hetkellä tekijöiden oman arvon varassa.

Lähteet

Bradford, Cynthia A. 1999. Basic Ophthalmology. For Medical Students And Primary Care Residents. 7. painos. American Academy of Ophthalmology. San Fransisco.

Cassel, Gary H.- Billig, Michael D. - Randall, Harry G. 2001. Eye Book: A Complete Guide to Eye Disorders and Health. John Hopkins University Press. Baltimore.

Ehlers, Justis P. – Shah, Chirag P. 2008. The Wills Eye Manual. Office and Emergency Room Diagnosis and Treatment of Eye Diseases. Fifth edition. Lippincott Williams & Wilkins. Baltimore.

Erickson, Mark 2012. What is macular pucker? A guide to its causes, treatments and surgery options. The Macula Center. Verkkojulkaisu. < <http://maculacenter.com/eye-diseases/what-is-macular-pucker/> > Luettu 24.3.2013.

Friedman, Neil J. - Kaiser, Peter K. - Pineda, Roberto 2004. The Massachusetts Eye and Ear Infirmary Illustrated Manual of Ophthalmology. 3. painos. Saunders Elsevier.

Fletcher, R - Still D.C 1998. Eye Examination and Refraction. 2.painos. Blackwell Science. Oxford.

Forrester, John – Dick, Andrew – McMenamin, Paul – Lee, William 1999. The Eye. Basic Sciences in Practice. 2. painos. Harcourt Publishers Limited.

Fält, Pauli 2012. Modern optical methods for retinal imaging. Dissertations in Forestry and Natural Sciences No 80. Väitöskirja. Itä-Suomen Yliopisto.

Gasperini, Julie – Elliot, Dean – Cunningham Jr, E.T. 2006. How to Recognize and Treat Chorioretinal Folds. Review of Ophthalmology. Verkkojulkaisu. <http://www.revophth.com/content/d/retinal_insider/i/1299/c/25010/> Luettu 24.3.2013.

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

Hollowich, Fritz 1985. Ophthalmology. A Short Textbook. 2. painos. Thieme-Stratton Inc. New York.

Kanski, Jack J. 2009. Clinical Ophthalmology. A Synopsis. 2. painos. Butterworth Heinemann Elsevier.

Kanski, Jack J. 2003. Clinical Ophthalmology. A Systematic Approach. 5. painos. Butterworth-Heinemann.

Kanski, Jack J. 2001. Systemic Diseases and the Eye. Signs and differential diagnosis. Mosby. Toronto

Kesäniemi, Y. Antero – Salomaa, Veikko 2009. Sepelvaltimotauti. Lääkärikirja Duodecim. Terveyskirjasto. Verkkodokumentti. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=seh00004&p_teos=seh&p_osio=&p_selaus=8896> Luettu 20.2.2013.

Kivelä, Tero – Summanen, Paula – Vesti, Eija 1999. Helsingin yliopisto, kliininen laitos, silmätautien klinikka. Verkkodokumentti.
<http://www.helsinki.fi/laak/silk/opetus/prope/verkkokalvo_tutkiminen.html> Luettu 26.3.2013.

Lee, David A. – Higginbotham, Eve J. 1999. Clinical Guide to Comprehensive Ophthalmology. Thieme New York. New York.

Mustajoki, Pertti 2012a. Valtimotauti. Lääkärikirja Duodecim. Terveyskirjasto. Verkkodokumentti.
<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00095&p_haku=valtimotauti> Luettu 20.2.2013.

Mustajoki, Pertti 2012b. Sepelvaltimotauti. Lääkärikirja Duodecim. Terveyskirjasto. Verkkodokumentti.
<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00077&p_haku=sepelvaltimotauti> Luettu 20.2.2013.

Mäkelä, Pia 2012. Normaali retina ja normaalista poikkeavat silmänpohjan löydökset. Luentomateriaali. Metropolia ammattikorkeakoulu.

Nikoskelainen, Eeva 1986. Näköhermontulehdus ja sen erotusdiagnostiikka. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. 1986; 102 (18): 1313–1321. Verkkootikkeli.
<http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/d-htm/articles/1986_18_1313-1321.pdf> Luettu 14.3.2013.

Pearson Richard M. 2003. Optometric Grading Scales For use in everyday practice. Optometry Today 2003; 40 - 42. Verkkolehti.
<http://www.optometry.co.uk/uploads/articles/e022e939c23ddd43951691b84a1efa90_pearson20031017.pdf> Luettu 12.3.2013.

Saari K. Matti 2001. Silmätautioppi. 5. painos. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä.

Saari, K. Matti 2011. Silmätautioppi. 6. painos. Kandidaattikustannus Oy. Helsinki.

Seppänen, Matti 2010. Näköhermotulehdus (optikusneuriitti). Lääkärikirja Duodecim. Terveyskirjasto. Verkkodokumentti.
<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00931> Luettu 22.3.2013.

Setälä, Kirsi - Lemberg, Seppo - Vesti, Eija 2010. Näköhermon papillan tutkiminen. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2010; 126(10); 1582-1590. Verkkootikkeli.
<<http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/xmedia/duo/duo98935.pdf>> Luettu 2.1.2013.

Schwartz, Steven H. 1999. Visual Percetion. A Clinical Orientation. 2. painos. Stamford: Appleton & Lange.

Spaeth, George L – Henderer, Jeffrey – Liu, Connie – Kesen, Muge – Altangerel, Undraa – Bayer, Atilla – Katz, L. Jay – Myers, Jonathan – Rhee, Douglas – Steinmann, William 2002. The disc damage likelihood scale: Reproducibility of a new method of estimating the amount of optic nerve damage caused by glaucoma. The American Ophthalmology Society 2002; 100:181-186. Verkkotulkaisu.

<http://www.aosonline.org/xactions/2002/1545-6110_v100_p181.pdf> Luettu 11.3.2013.

Tarkkanen, Ahti (toim.) 1995. Principles of Ophthalmology. Ykkös-Offset. Vaasa.

Tarkkanen, Ahti - Taipale, Ilkka - Jukarainen, Erkki 1965. Silmä vanhenemistapahtuman kuvastajana. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 1965; 1935; 81 (8); 466-469. Verkkootikkeli. <http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dhtml/articles/1965_8_466-469.pdf> Luettu 2.1. 2013.

Vesti, Eija 1995. Glaukooman diagnostiikka ja hoito. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. Verkkodokumentti. 1995;111(11):1059 <http://www.duodecimlehti.fi.ezproxy.metropolia.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku&p_p_action=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku__spage=%2Fportlet_action%2Fdlehtiha-kuartikke-li%2Fviewarticle%2Faction&dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_tunnus=duo50250&dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku_p_frompage=uusinnumero> Luettu 14.3.2013.

Vaughan, Daniel G. – Asbury, Taylor – Riordan-Eva, Paul 1992. General Ophthalmology. A Lange Medical Book. 13. painos. Appleton & Lange.

Silmänpohjatutkimuksen löydöksiä

Kuvaopas optikolle silmänpohjalöydösten tarkastelun avuksi

Sisällys

1	Tutkimuksesta	4
2	Normaali silmänpohja	8
2.1	Nuori länsimaalainen silmänpohja	8
2.2	Ikääntynyt silmänpohja	8
2.3	Tumman rodun silmänpohja	9
3	Normaalit löydökset	10
3.1	Lasiaiskalvopussin heijaste	10
3.2	Hermotus silmänpohjalla	11
3.3	Pigmenttireuna näköhermonpäässä	12
3.4	Myooppinen silmänpohja / näköhermonpää	12
3.5	Myelinisoitunut näköhermonpää	13
4	Silmänpohjan ikärappeuma (ARMD)	14
4.1	Kuiva muoto	14
4.2	Kostea muoto	15
5	Vaskulaariset sairaudet	17
5.1	Laskimon tukos	17
5.2	Valtimon tukos	18
5.3	Risteysoire	20
5.4	Ateroskleroosi	21
5.5	Kohonnut verenpaine	22
6	Näköhermon sairaudet	23
6.1	Papillan turvotus	23
6.2	Näköhermon tulehdus	24
6.3	Näköhermon anteriorinen iskeeminen neuropatia	25
6.4	Näköhermon atrofia	26
6.5	Näköhermon drusen	26
7	Glaukooma	28
8	Diabetes	30
8.1	Nonproliferatiivinen eli taustaretinopatia	30
8.2	Preproliferatiivinen retinopatia	31

8.3	Proliferatiivinen retinopatia	32
9	Muita löydöksiä	34
9.1	Suonikalvon luomi	34
9.2	Verkkokalvon rypytyminen	35
9.3	Lasiaisrappeuma	36
9.4	Verkkokalvon irtauma	37

Esipuhe

Tämä opas käsittelee yleisimpiä silmänpohjatutkimuksessa havaittavia muutoksia. Opas on toteutettu osana Metropolia ammattikorkeakoulun optometrian opiskelijoiden opinnäytetyötä ja se on tarkoitettu silmänpohjien tutkimisen apuvälineeksi. Se käsittelee sekä sairauksista johtuvia että harmittomia ja normaaleja silmänpohjalöydöksiä. Näitä löydöksiä optikko voi havaita eri tutkimustavoilla, kuten oftalmoskoopilla tutkien tai silmänpohjakameralla otettuja kuvia tarkastellen. Opas kattaa lähinnä keskeisen alueen muutoksia, koska Suomessa optikoiden käytössä oleva välineistö on parhaiten keskeisen alueen tutkimiseen soveltuva. Mukaan on kuitenkin otettu vertailun vuoksi myös muutamia kuvia, jotka kattavat laajemman silmänpohjan alueen. Oppaan alussa selvitetään normaalin silmänpohjan tunnusmerkit, joiden tarkastelun apuna voi käyttää arviointitaulukkoa. Taulukon avulla arvioidaan C/D -suhdetta, A/V -suhdetta, valtimoiden heijasteita sekä suonten kiemuraisuutta. Oppaassa käytettyjä kuvia on saatu silmänpohjia tutkivilta optikoilta, Metropolia ammattikorkeakoulun arkistosta ja luotettavilta vapaaseen tieteelliseen käyttöön tarkoitetuilta Internet-sivustoilta. Oppaan toteuttamisessa käytetyt tiedot perustuvat opinnäytetyömme kirjalliseen osuuteen. Silmänpohjamuutoksia syvällisemmin ymmärtääkseen tutkijan on hyödyllistä perehtyä aiheeseen liittyvään teorian tietoon, jota löytyy runsaasti tätä kuvaopasta täydentävästä opinnäytetyömme kirjallisesta osasta.

Tekijät

Heidi Huhtala
Niina Kaukola
Maisa Riikonen

1 Tutkimuksesta

Silmänpohjia tutkittaessa on kiinnitettävä huomiota tiettyihin perusasioihin, jotka auttavat arvioimaan silmänpohjan rakenteiden tilaa. On olemassa tiettyjä normaalin silmänpohjan tunnusmerkkejä, jotka on syytä tunnistaa ja arvioida. Näitä oleellisia tunnusmerkkejä on listattuna alle. Oppaassa oleva luokitustaulukko auttaa näiden asioiden hahmottamista.

- A/V -suhde
Verkkokalvon valtimoiden ja laskimoiden normaali paksuussuhde on 2/3.
- C/D -suhde
Näköhermonpään keskuskuopan ja näköhermonpään horisontaalisuunnan leveyden normaali suhde on ≤ 0.5 .
- Verisuonten kiemuraisuus
Verkkokalvon verisuonitus ei normaalisti kiemurtele paljon.
- Verisuonten selkäheijaste
Verkkokalvon laskimoissa ei normaalisti näy selkäheijastetta. Valtimoissa selkäheijasteen kuuluu näkyä, mutta se ei saa olla liian leveä.
- Fovean heijaste
Näky kirkkaasti nuorilla henkilöillä.
- Tausta
Normaali silmänpohjan taustaväritys on tasaisen tai laikukkaan oranssinpunertava, punerruksen tummuudessa voi olla vaihtelua yksilöiden välillä.

LUOKITUSTAULUKOT

VERTIKAALINEN CUP/DISC -SUHDE

0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.6	0.7	0.8	0.9	95% confidence limit of normality Vert disc diam (mm) Vert C/D ratio 1.2 0.5 1.5 0.6 1.8 0.7 2.2 0.8 (Garway-Heath et al 1998)

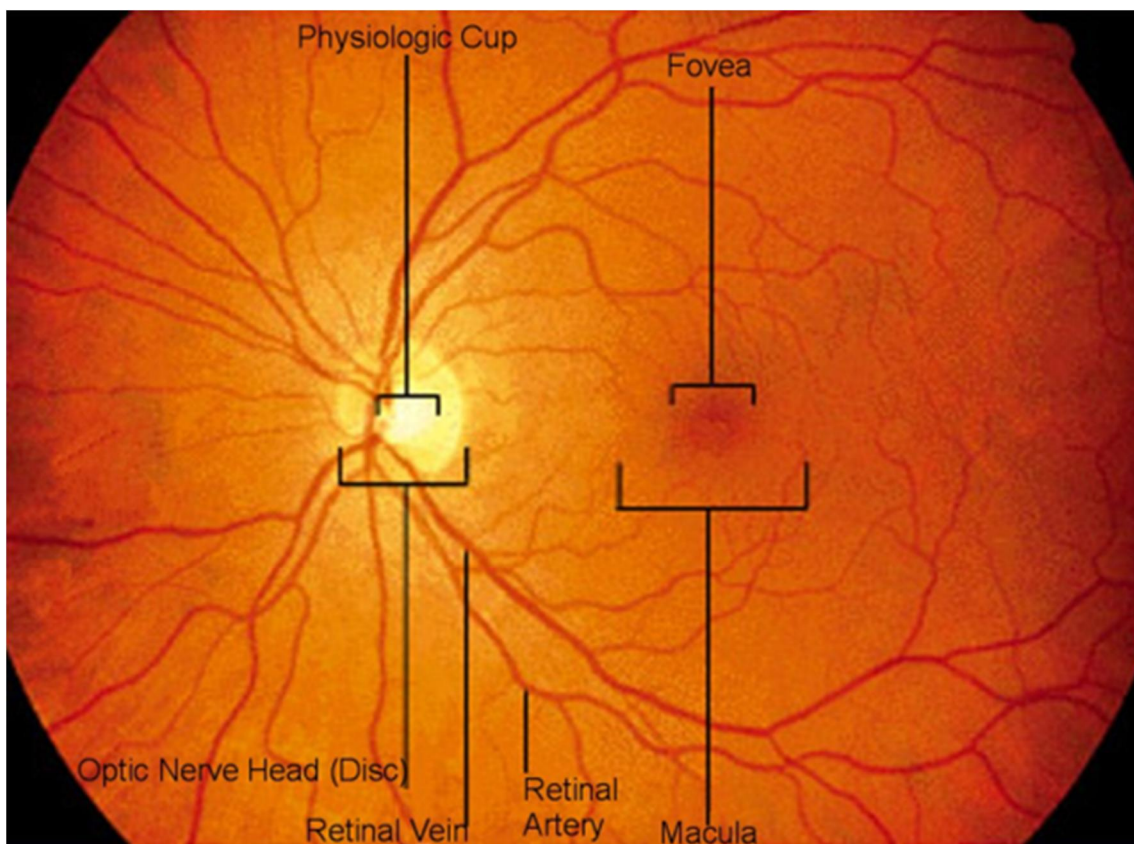
VERKKOKALVON VERISUONET

	100 %	80 %	60 %	40 %	20 %
A/V suhde					
	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Valtimon heijaste					
	0	1	2	3	4
Kiermurtelu					

© Richard M Pearson

Silmänpohjan tutkimuksessa tarkastellaan näköhermonpää, verkkokalvon hermotusta, verkkokalvon verisuonitusta, makulan aluetta ja silmänpohjan taustaa. Lisäksi voidaan havainnoida lasiaisen tilaa ja huomata mahdollisia muiden rakenteiden ongelmia, kuten näköestettä muodostavaa kaihia.

Oleellista on tutkia etenkin silmänpohjan keskeinen alue, ja mahdollisuuksien mukaan myös verkkokalvon reuna-alueet eli periferia.



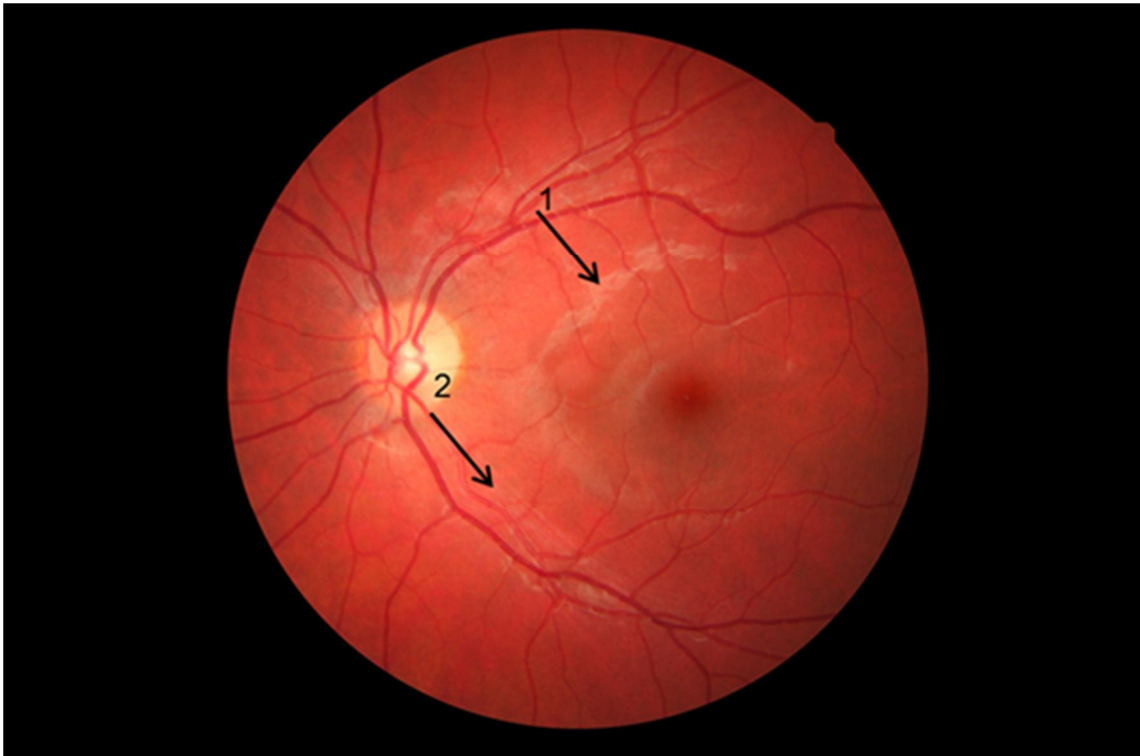
Kuvassa on esitetty verkkokalvon eri alueet. Näitä ovat näköhermonpää (Optic Nerve Head Disc), näköhermonpään fysiologinen keskuskuoppa (Physiologic Cup), tarkannäkemisen keskeinen alue makula (Macula) ja sen keskuskuoppa (Fovea). Lisäksi kuvassa näkyy verkkokalvon suonitusta. Paksummat ja tummemman punaiset suonet ovat laskimoita (Retinal Vein) ja ohuemmat ja vaaleammat suonet ovat valtimoita (Retinal Artery). Nämä normaalin silmänpohjan fysiologiset tunnusmerkit on merkitty kuvan. (Lähde: Master Eye Associates)

Silmänpohjan löydöksiä

- **Drusenit** - pieniä, yksittäin tai ryhmissä esiintyviä vaalean kellertäviä, erimuotoisia ja kokoisia selvärajaisia pistemäisiä tai täplämäisiä alueita.
- **Mikroaneurysmat** - pieniä tarkkarajaisia hiussuonten pullistumia, jotka havaitaan pieninä punaisina pisteinä.
- **Kovat eksudaatit** - usein kehä- tai ryhmämuodostelmassa esiintyviä vahamaisia, kellertävän valkeita selkeästi havaittavia ja tarkkarajaisia kohtia.
- **Pumpulipesäkkeet** "cotton wool spots" eli mikroinfarktit - väriltään vaaleita, pumpulipallomaisia löydöksiä.
- **Laajentuneet kapillaari- eli IRMA -suonet** (Intraretinal microvascular abnormalities) - lisääntyneitä ohuita punaisia hiussuonia jotka kulkevat verkkomaisesti valtimoiden ja laskimoiden välillä keskeisilläkin alueilla.
- **Risteysoire** - valtimo painaa laskimoa ja laskimo näyttää katkeavan valtimon alla, eikä laskimon punainen veri näy. Huomattavia nämä risteysoireet ovat, kun niitä löydetään 1 - 2 näköhermonpään halkaisijan mitan kauempaa näköhermonpään ympäriltä.
- **Verenvuodot** - Erimuotoisia ja eri sävyisiä punaisia vuotoja, jotka voivat sijaita verkkokalvon kerrosten lisäksi myös verkkokalvon edessä tai alla.
- **Uudissuonitus eli neovaskularisaatio** - hapenpuutteen takia syntyvää herkästi verkkokalvolle, lasiaiseen tai näköhermonpään vuotavaa uudissuonitusta.
- **Verisuonten kaventuminen ja paksuuntuminen, kiemuraisuus, 90 asteen risteymät ja leveä selkäheijaste** ovat huomioitavia löydöksiä.
- **Arteriapulsaatio** - valtimopulsaatio on aina epänormaali, patologinen löydös.
- **Irronnut verkkokalvo** - harmahtavan vaalea, liikkuva, poimuileva alue.
- **Verkkokalvon turvotus** - verkkokalvo näkyy vaaleana ja verisuonet voivat näkyä heikosti.
- **Arpi** - tiivis, kellertävänharmaa alue, tai keskeinen verkkokalvo voi jäädä hie-man koholle.
- **Tulehduspesäkkeet** - harmaanvalkoisia ja diffuusirajaisia tai kirkkaan valkeita arpeutumaa-alueita, joissa normaalisti tummaa pigmenttiepiteelin arpea.

2 Normaali silmänpohja

2.1 Nuori länsimaalainen silmänpohja

[takaisin](#)

1 Lasiaskalvopussin heijaste. 2 Hermosäikeitä

2.2 Ikääntynyt silmänpohja

[takaisin](#)

Ikääntyessä pigmentaatio vähenee ja silmänpohja näyttää haaleammalta.

2.3 Tumman rodun silmänpohja

[takaisin](#)

Silmänpohjan pohjaväri vaihtelee yksilöllisesti. Kuvassa on afrikkalaisen rodun silmänpohja.

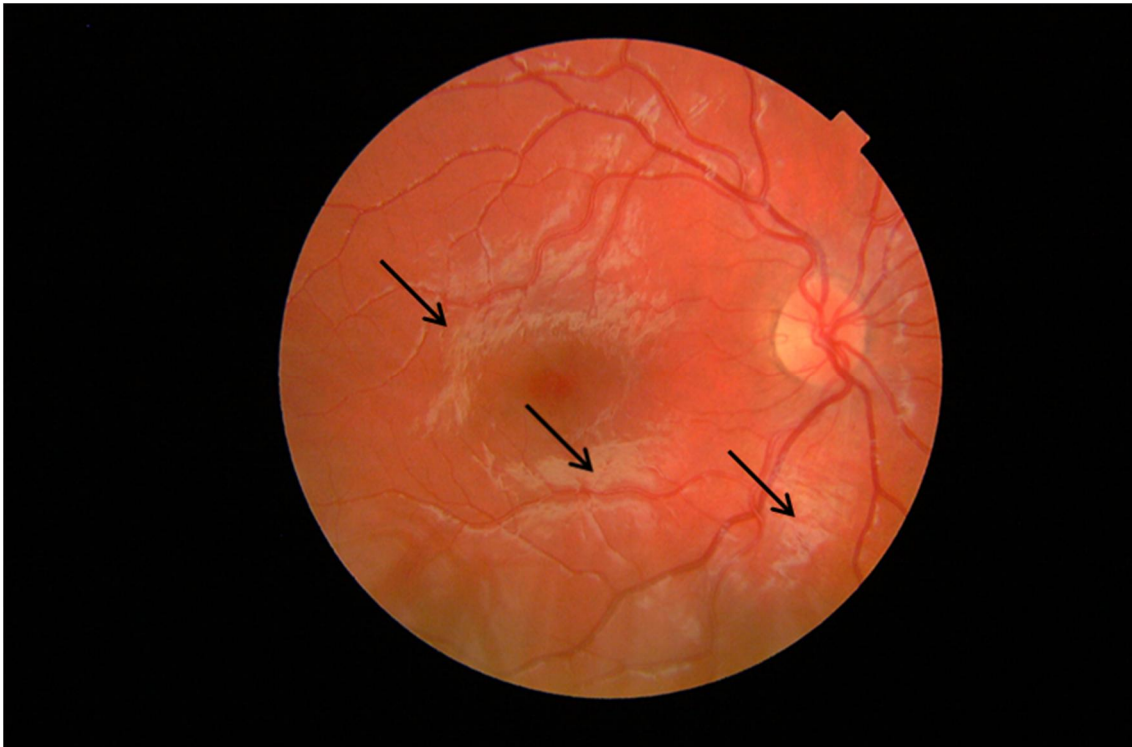


Silmänpohjan taustaväri on tummemman sävyinen tummilla roduilla. Kyseessä on aasialaisen rodun silmänpohja.

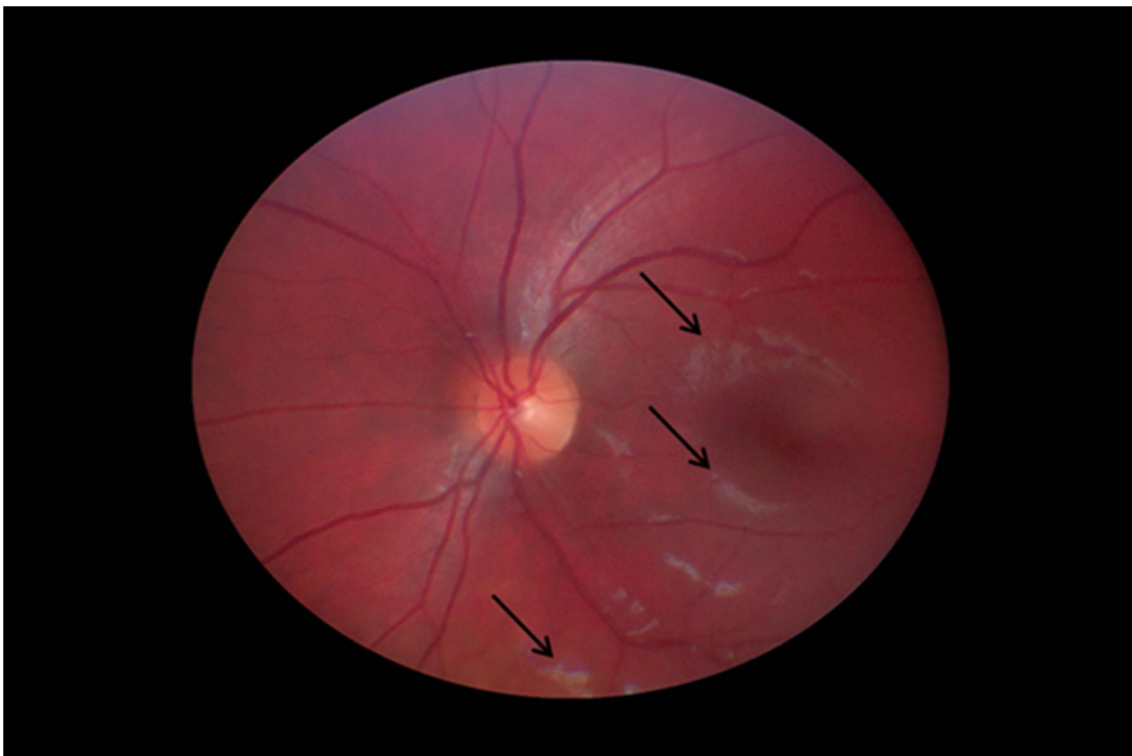
3 Normaalit löydökset

3.1 Lasiaskalvopussin heijaste

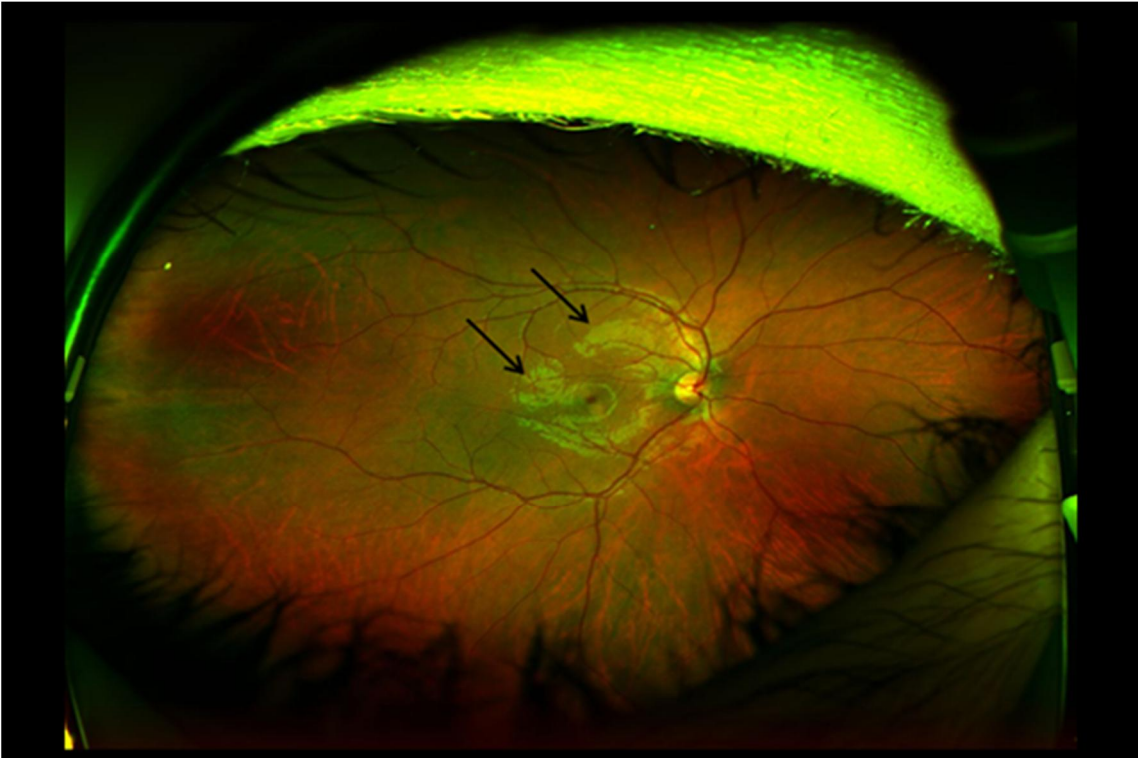
[takaisin](#)



Nuolilla osoitetut vaaleat alueet ovat lasiaskalvopussin heijasteita, joita havaitaan usein erityisesti nuorilla.



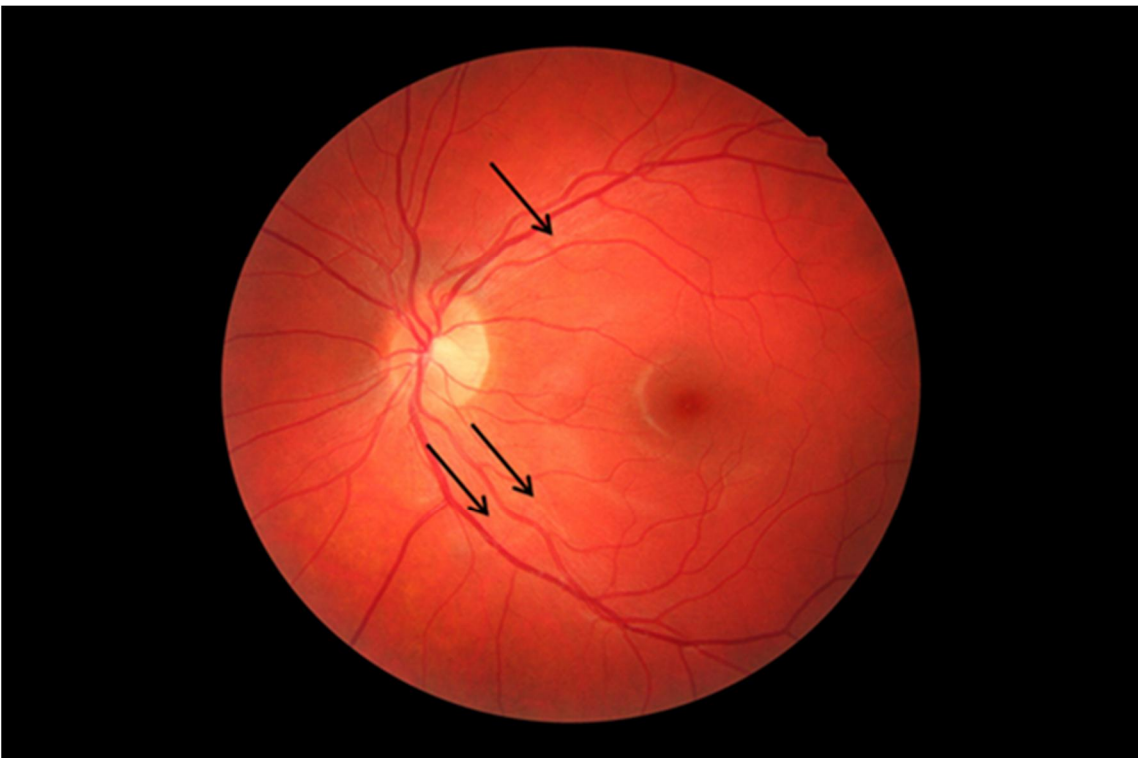
Kuva on otettu Smartscope-kameralla nuoresta silmänpohjasta. Nuolilla osoitetut vaaleat alueet ovat lasiaskalvopussin heijasteita.



Kyseessä on Daytona-laitteella otettu laajemman kentän (200 °) Optomap-kuva. Nuolilla osoitetut vaaleat alueet ovat lasiaiskalvopussin heijasteita.

3.2 Hermotus silmänpohjalla

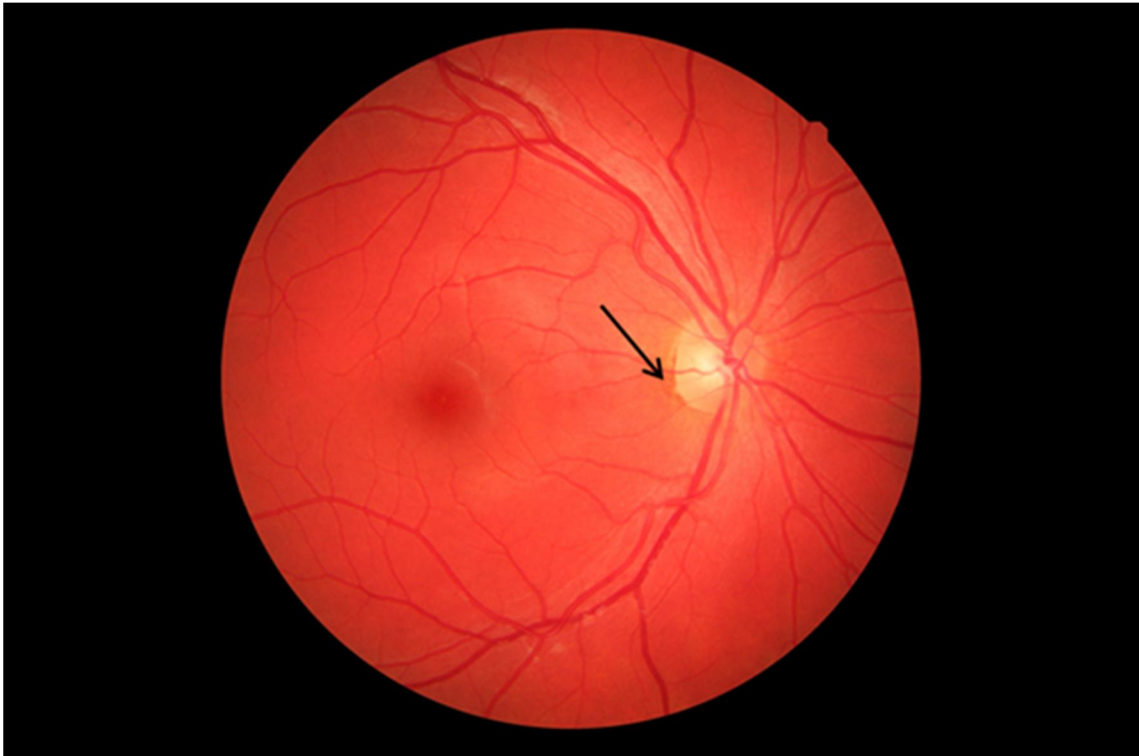
[takaisin](#)



Hermostäiekimput kulkevat suonten suuntaisesti. Tämä on nähtävissä nuolten osoittamissa kohdissa.

3.3 Pigmenttireuna näköhermonpäässä

[takaisin](#)



Hieman pigmenttiä on näkyvissä näköhermonpään ympärillä nuolen osoittamassa kohdassa.

3.4 Myooppinen silmänpohja / näköhermonpää

[takaisin](#)



1 Suonet kaartuvat jyrkästi näköhermoon ja näköhermon rajat ovat epätarkat.
2 Peripapillaarinen atrofia on näköhermonpäättä ympäröivä vaalea alue, jossa verkkokalvo on venynyt ja ohentunut.

3.5 Myelinisoitunut näköhermonpää

[takaisin](#)

Myeliiniä ei yleensä nähdä silmänpohjan tutkimuksessa, sillä myeliinitupet ympäröivät näköhermoa vasta silmän takana. Tässä kuvassa myeliiniä näkyy hermosäikeiden ympärillä nuolten osoittamissa vaaleissa kohdissa. Kyseessä on synnynnäinen ja vaaraton tila.

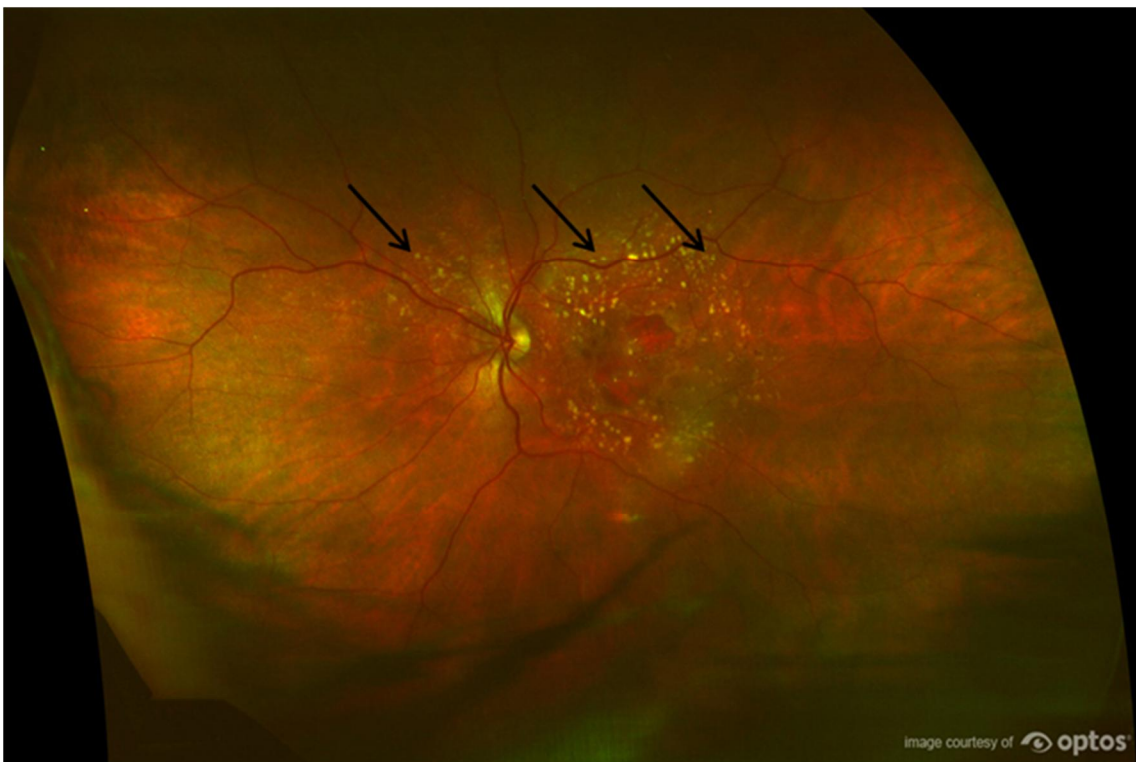
4 Silmänpohjan ikärappeuma (ARMD)

4.1 Kuiva muoto

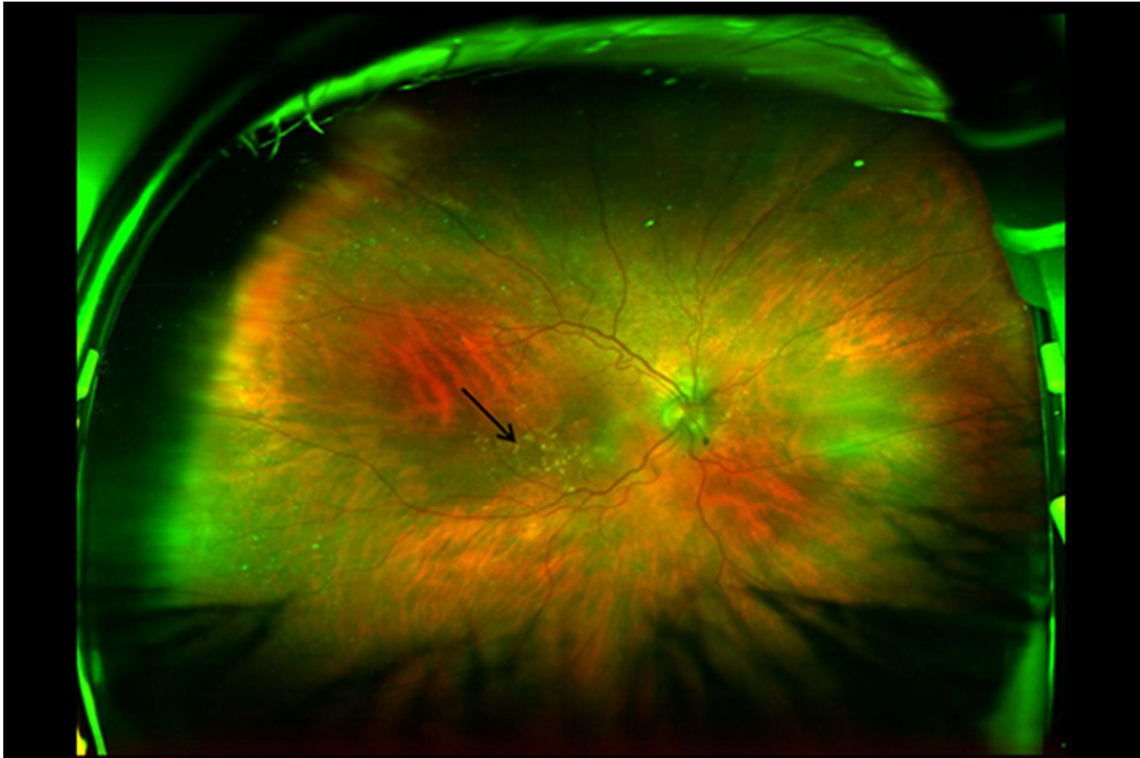
[takaisin](#)



Drusenkerätymä näkyy vaaleina pisteinä makulan alueen läheisyydessä nuolen osoittamassa paikassa.



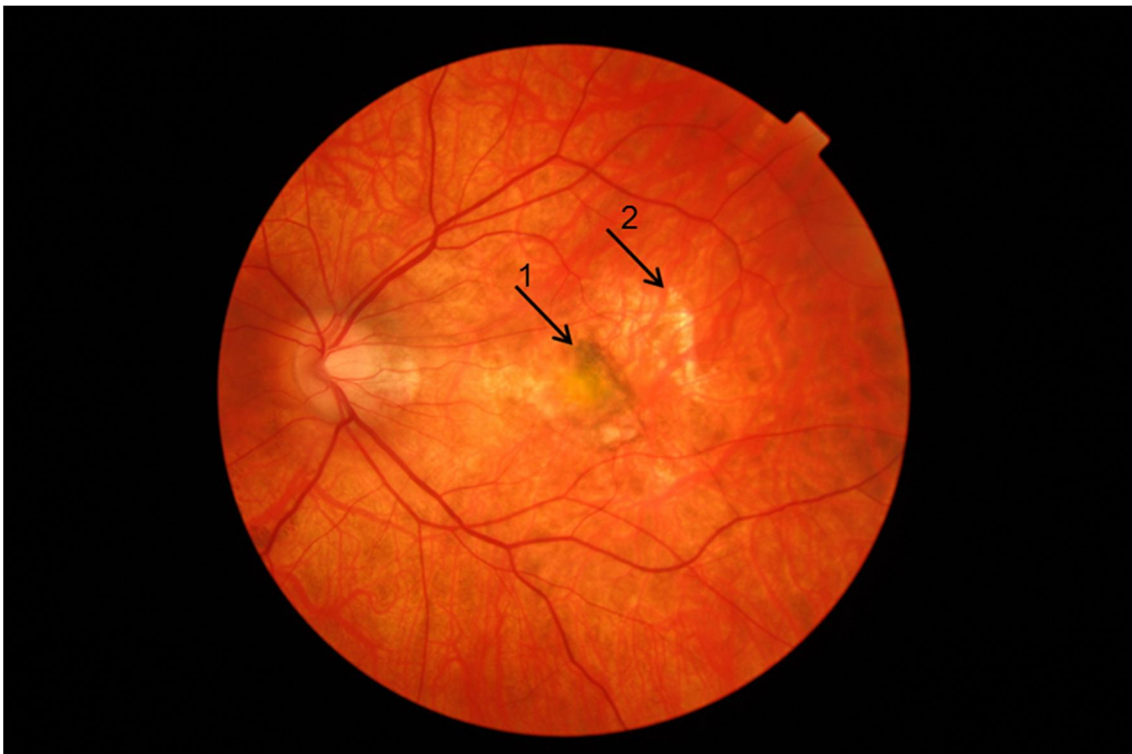
Nuolet osoittavat vaaleina pisteinä näkyviä druseneita verkkokalvolla. Kuva on laajan kentän (200°) Optomap-kuva, joka on otettu Daytona-laitteella.



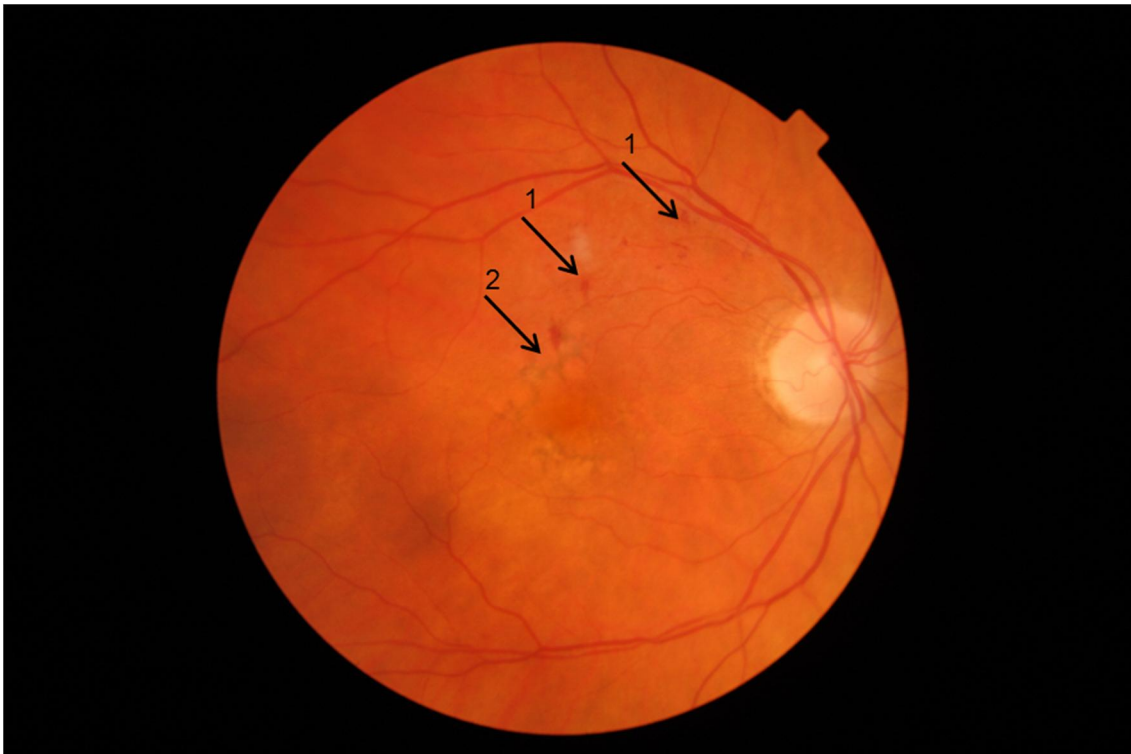
Nuolen osoittamassa kohdassa druseneita. Kyseessä on laajan kentän (200°) Optomap-kuva, joka on otettu Daytona-laitteella.

4.2 Kosteaa muoto

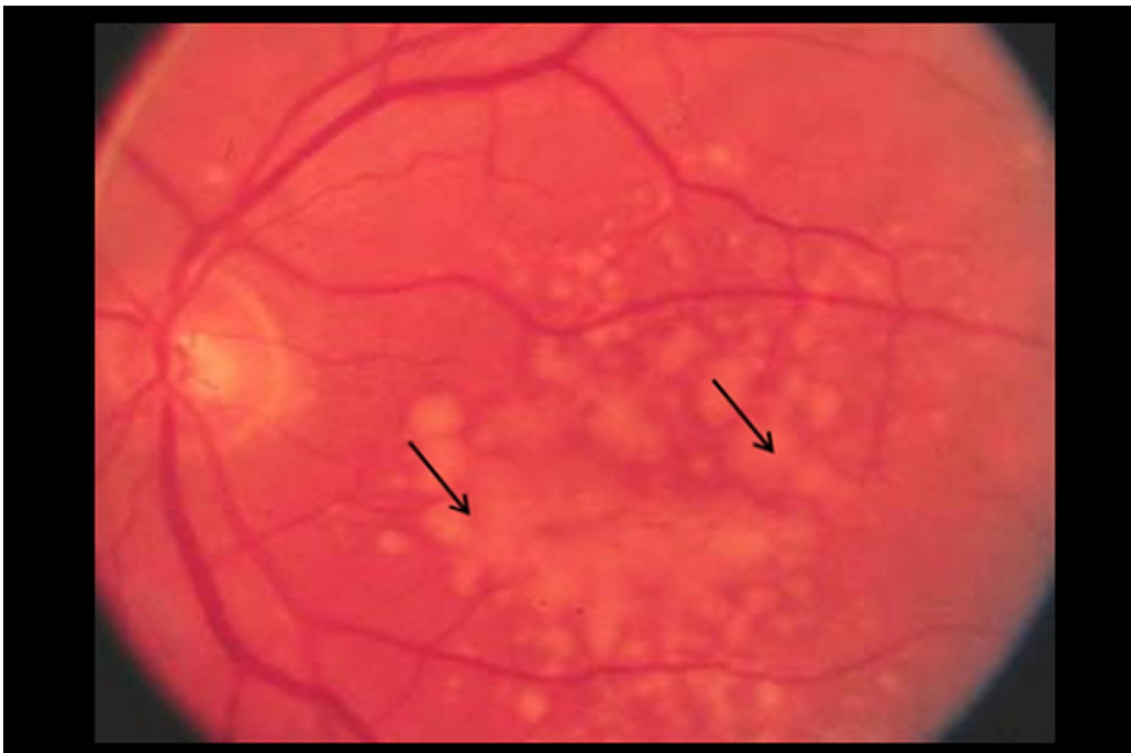
[takaisin](#)



1. Verkkokalvon alle on vuotanut kudostenestettä.
2. Vaaleampi alue on arpeutumaa.



- 1 Pieniä tummanpunaisia, pistemäisiä ja läiskämäisiä verenvuotoja.
 2 Tummempia arpeutumamuutoksia on nähtävissä makulan alueella.



Nuolten osoittamissa kohdissa näkyy paljon pehmeitä druseneita, jotka ovat keskittyneet keskiselle alueelle.

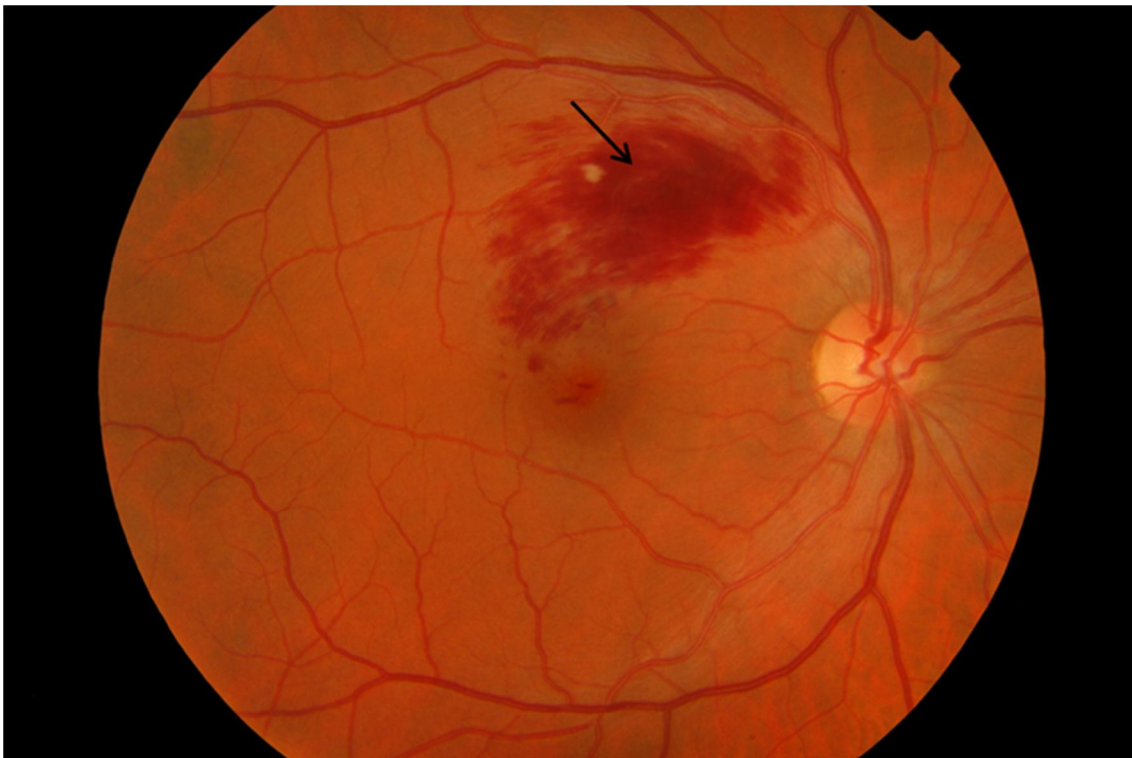
5 Vaskulaariset sairaudet

5.1 Laskimon tukos

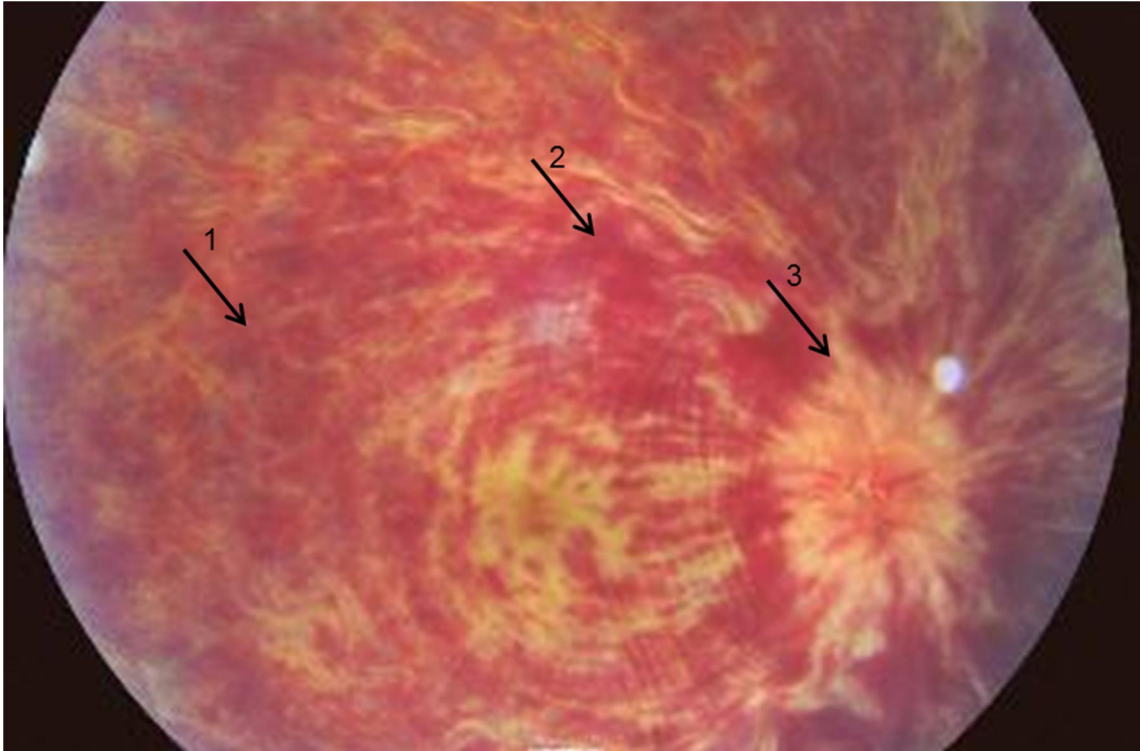
[takaisin](#)



Laskimot ovat laajentuneet ja kiemurtelevat. Nuolen osoittamassa kohdassa nämä muutokset näkyvät selkeästi.



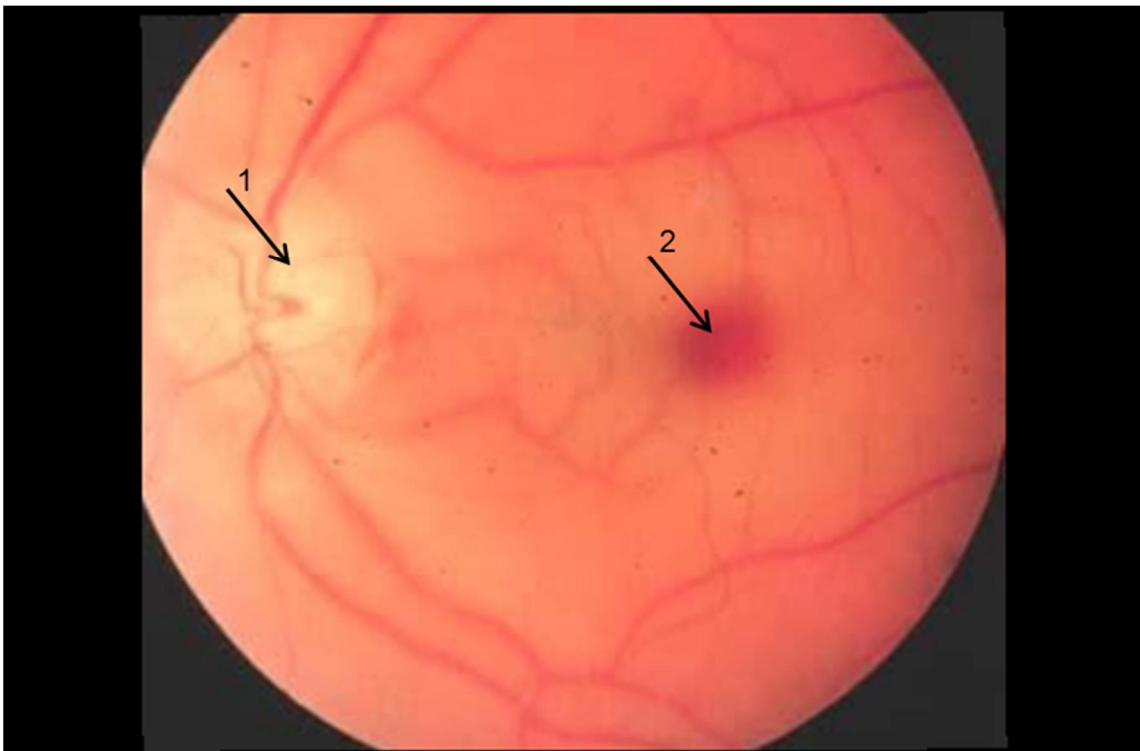
Kuvassa näkyy suurehko laskimon verenpurkauma nuolen osoittamassa kohdassa.



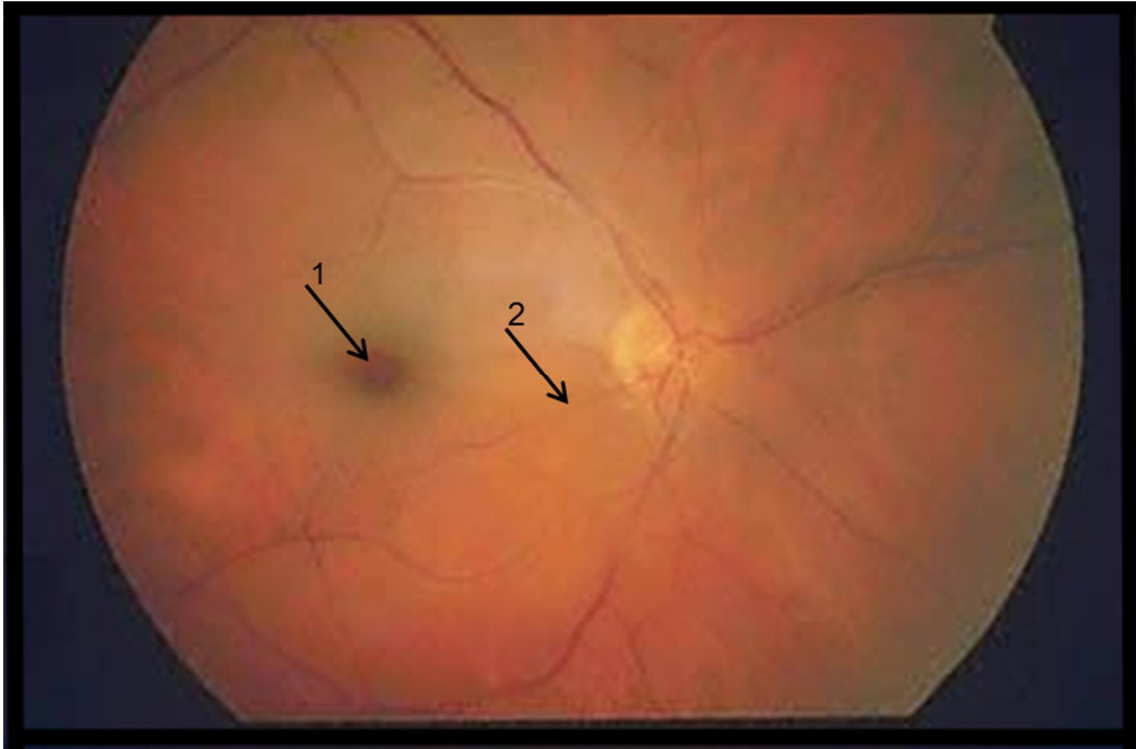
Kuvassa on kyseessä keskuslaskimon tukos ja sen aiheuttamat laajat verenvuodot.
 1. ja 2. Verenvuotoa.
 3. Turvonnut papilla.

5.2 Valtimon tukos

[takaisin](#)

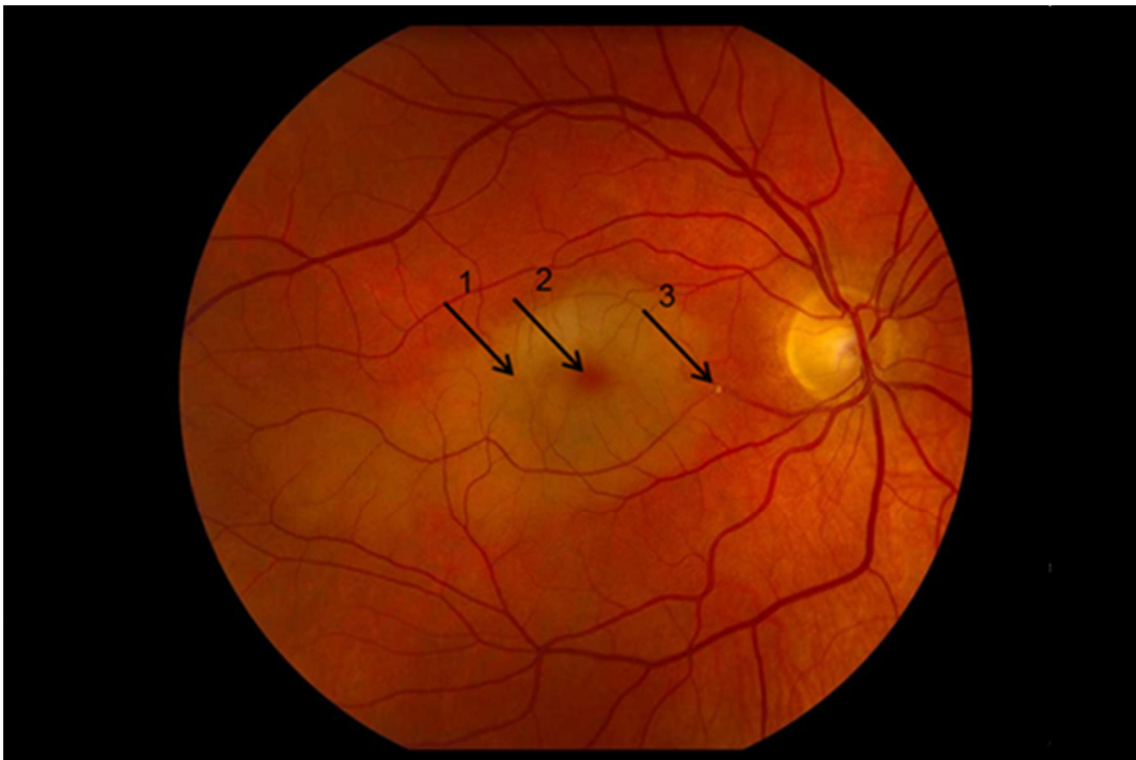


Kuvassa on kyseessä keskusvaltimon tukos. Silmänpohja on vaalea ja turvonnut hapenpuutteen takia.
 1. Atrofinen papilla.
 2. Fovean alue on tummempi (cherry red spot), sillä suonikalvo kuultaa siitä läpi.



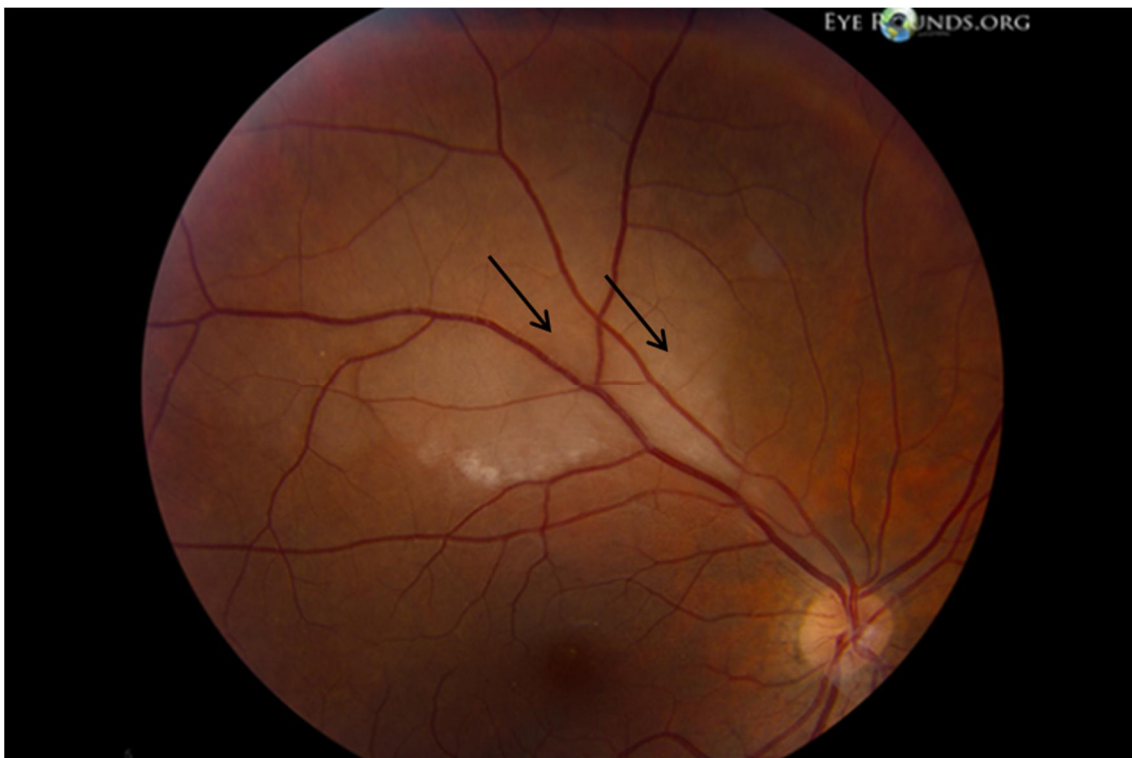
Kuvassa on kyseessä keskusvaltimontukos. Silmänpohja on vaalea ja verkkokalvolla on turvotusta.

1. Fovean alue on tummempi (cherry red spot).
2. Valtimot ovat kaventuneet.



Valtimohaaran tukos

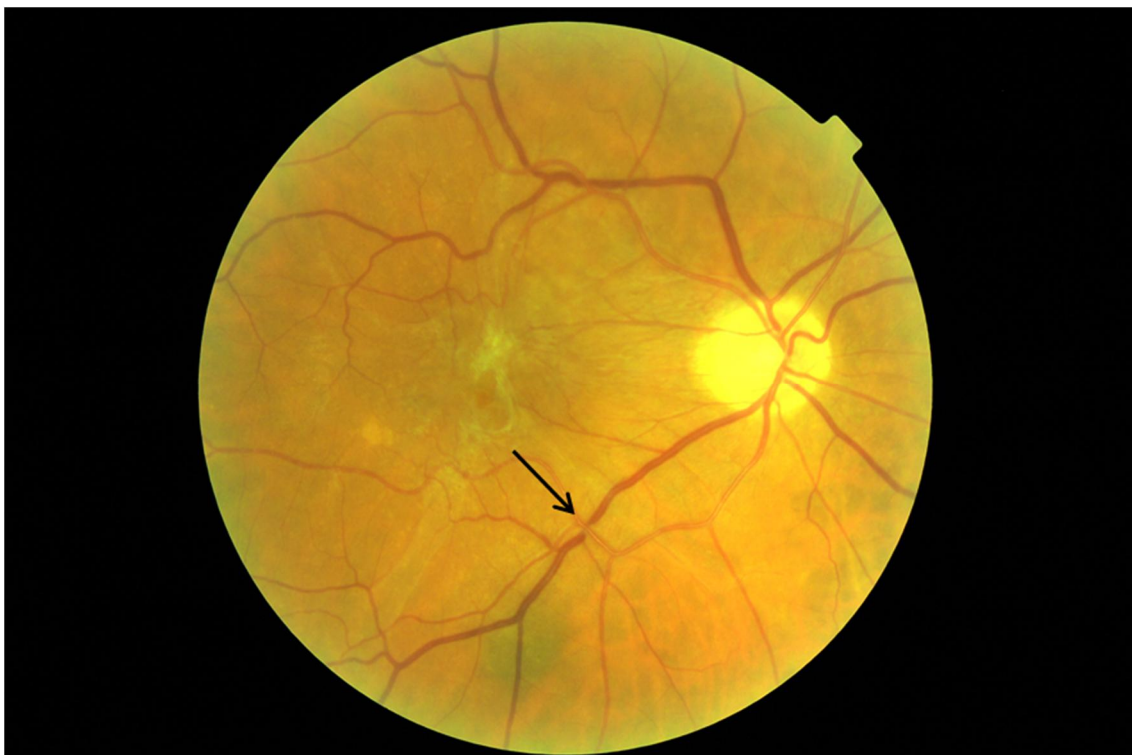
1. Makulan seutu on vaalentunut hapenpuutteesta johtuen.
2. Kirsikkamakula (cherry red spot).
3. Tukkeutunut suoni.



Kyseessä on valtimohaaran tukos. Vaalea ja sektorimainen alue on hapenpuutteesta kärsivää verkkokalvoa tukkeutuneen valtimohaaran ympärillä.

5.3 Risteysoire

[takaisin](#)



Vaaleampi valtimo painaa tummempaa laskimoa. Laskimo näyttää katkeavan valtimon alla.

5.4 Ateroskleroosi

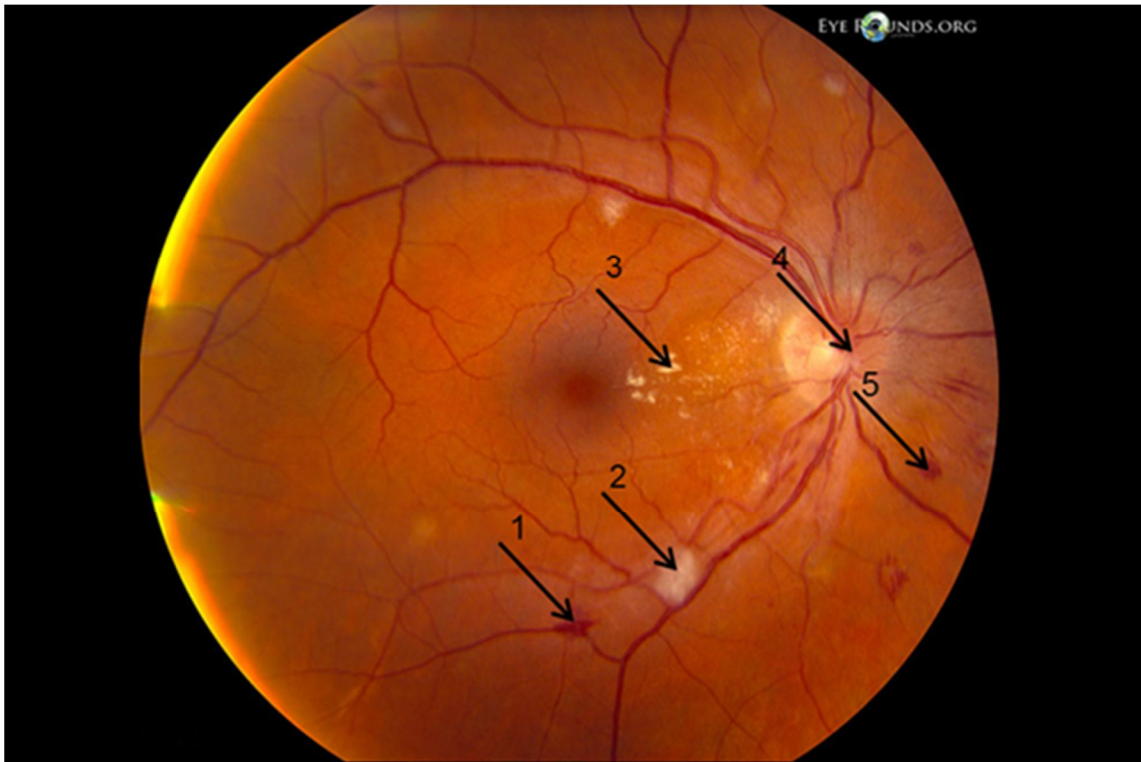
[takaisin](#)

Nuolten osoittamat valtimot ovat kaventuneet ja kovettuneet. Kyseessä on lievä muutos.



Nuolen osoittaman valtimon seinämä on läpinäkymätön ja paksuuntunut arterioskleroosin aiheuttamien muutosten vuoksi.

5.5 Kohonnut verenpaine

[takaisin](#)

- 1 Liekkimäinen verenpurkauma
- 2 Pehmeä pumpulieksudaatti
- 3 Kovia lipidieksudaatteja
- 4 Turvonnut näköhermonpää
- 5 Täplämäinen verenpurkauma

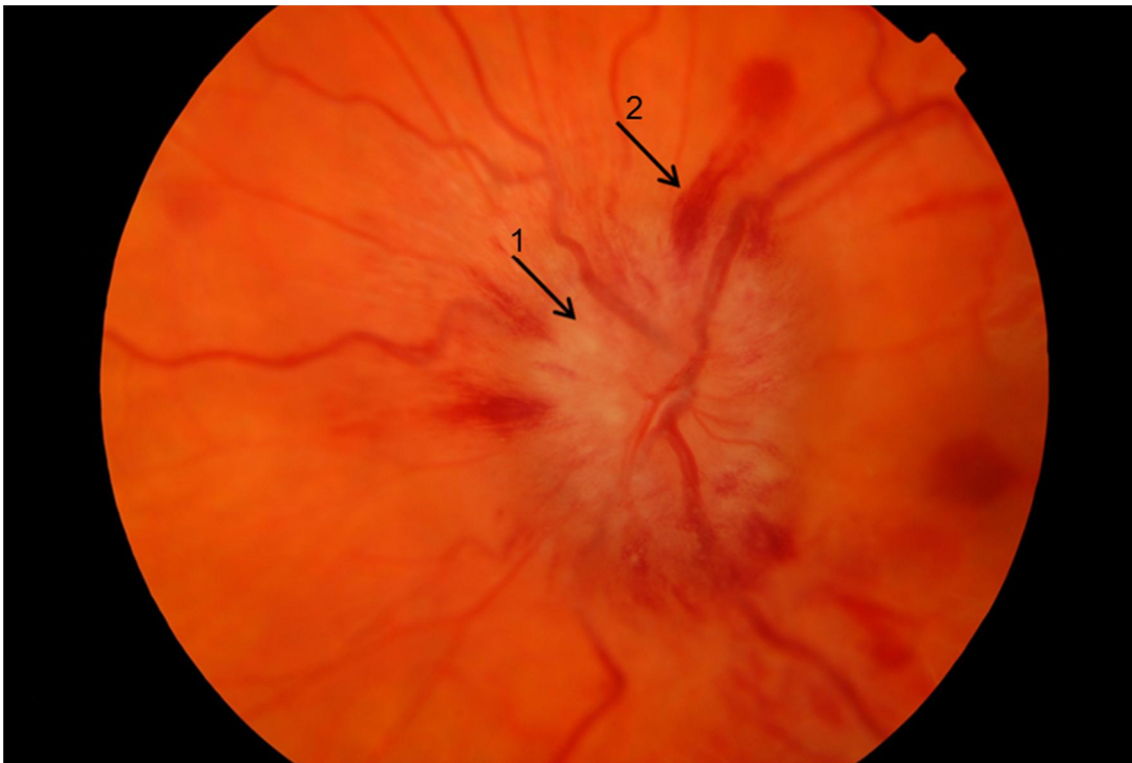


Valtimot ovat selvästi kaventuneet ja kiemuraiset kohonneesta verenpaineesta johtuen.

6 Näköhermon sairaudet

6.1 Papillan turvotus

[takaisin](#)

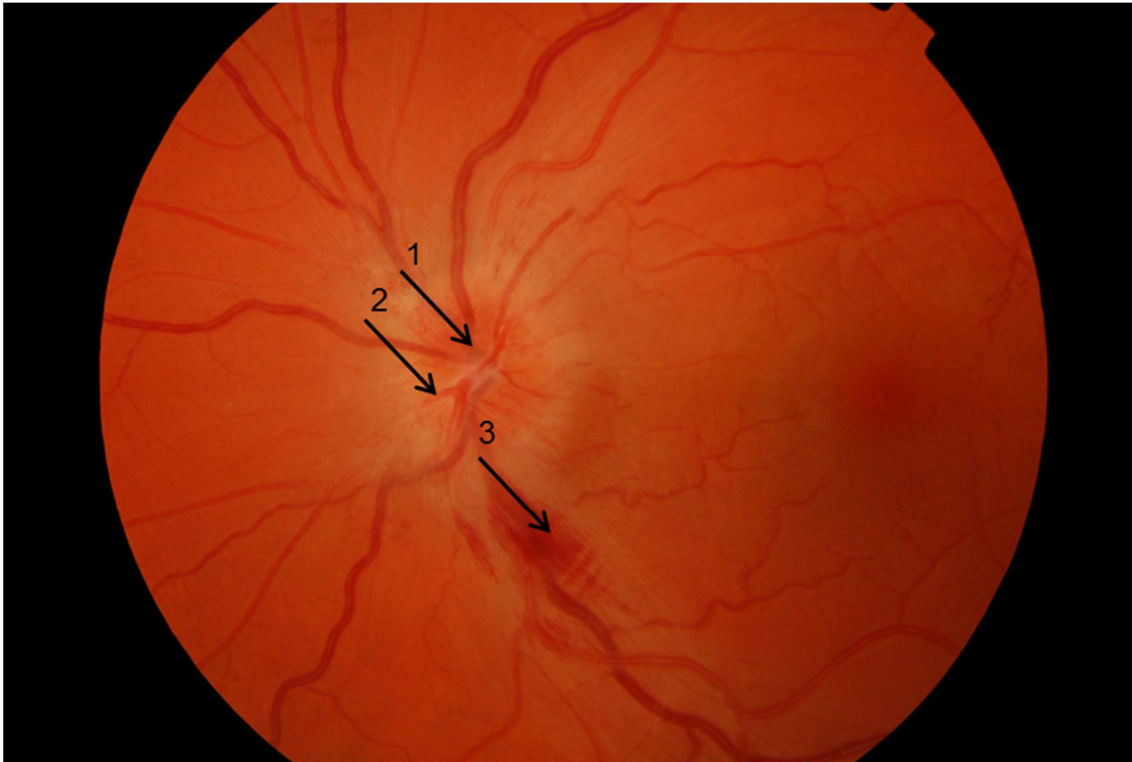


- 1 Näköhermonpään reunat eivät ole tarkasti erotettavissa.
2 Liekkimäinen verenvuoto papillan läheisyydessä.



Papilla on turvonnut, epäselvärajainen ja hypereeminen (punoittavan verekäs).

6.2 Näköhermon tulehdus

[takaisin](#)

1 Punoittava papilla

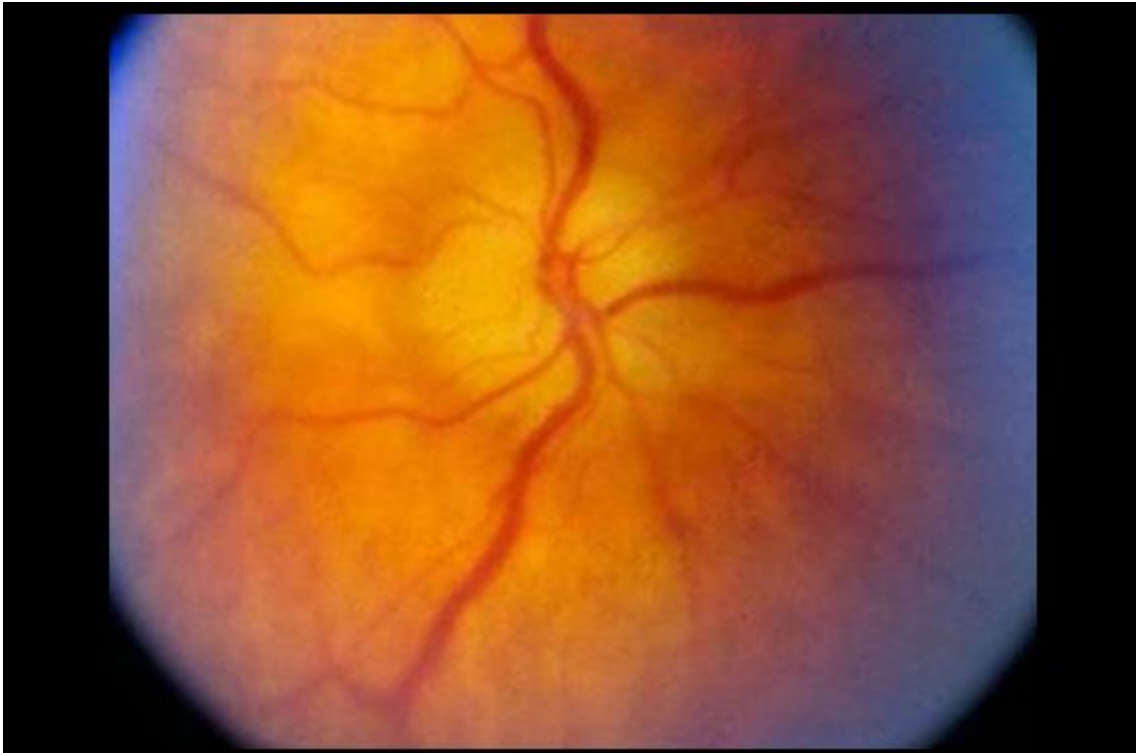
2 Näköhermonpään reunat eivät ole tarkasti erotettavissa turvotuksen vuoksi.

3 Liekkimäinen verenvuoto

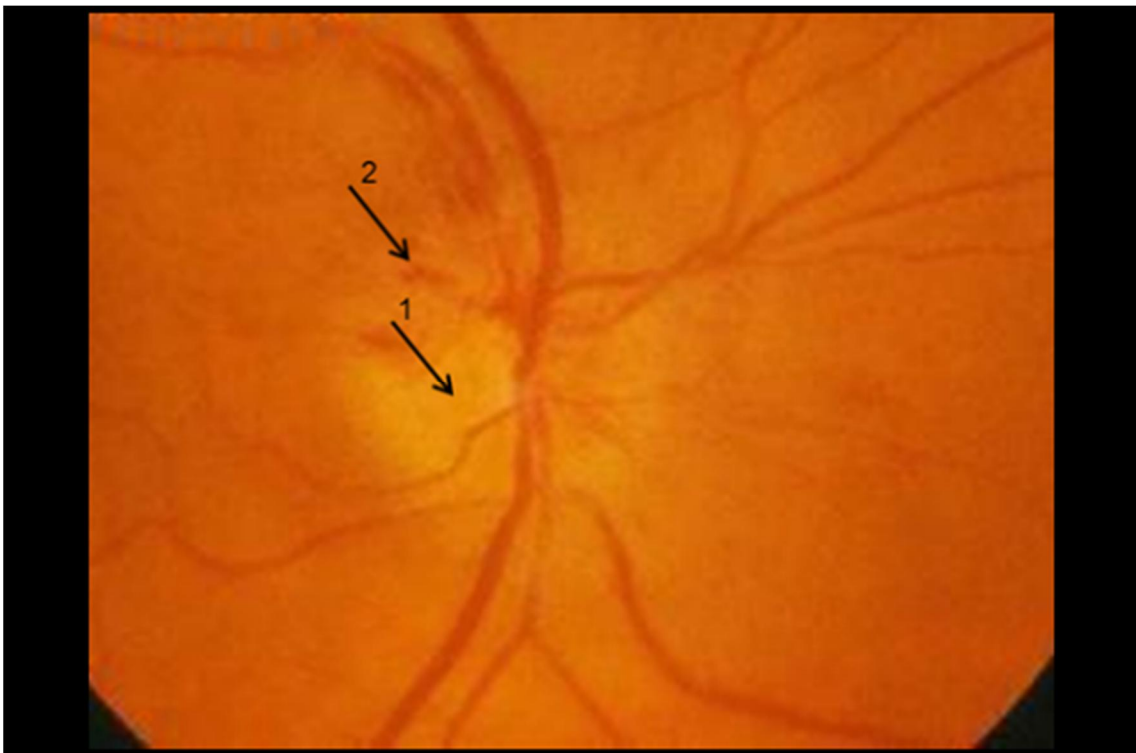


Optic neuritis, eli näköhermon tulehdus, jossa näköhermonpää on turvonnut, epäselvärajainen ja punertava. Koska tulehdus näkyy papillalla, on kyseessä papillitis.

6.3 Näköhermon anteriorinen iskeeminen neuropatia

[takaisin](#)

Papilla on vaalea, turvonnut ja utuinen. Verisuonet ovat epänormaalien näköiset.



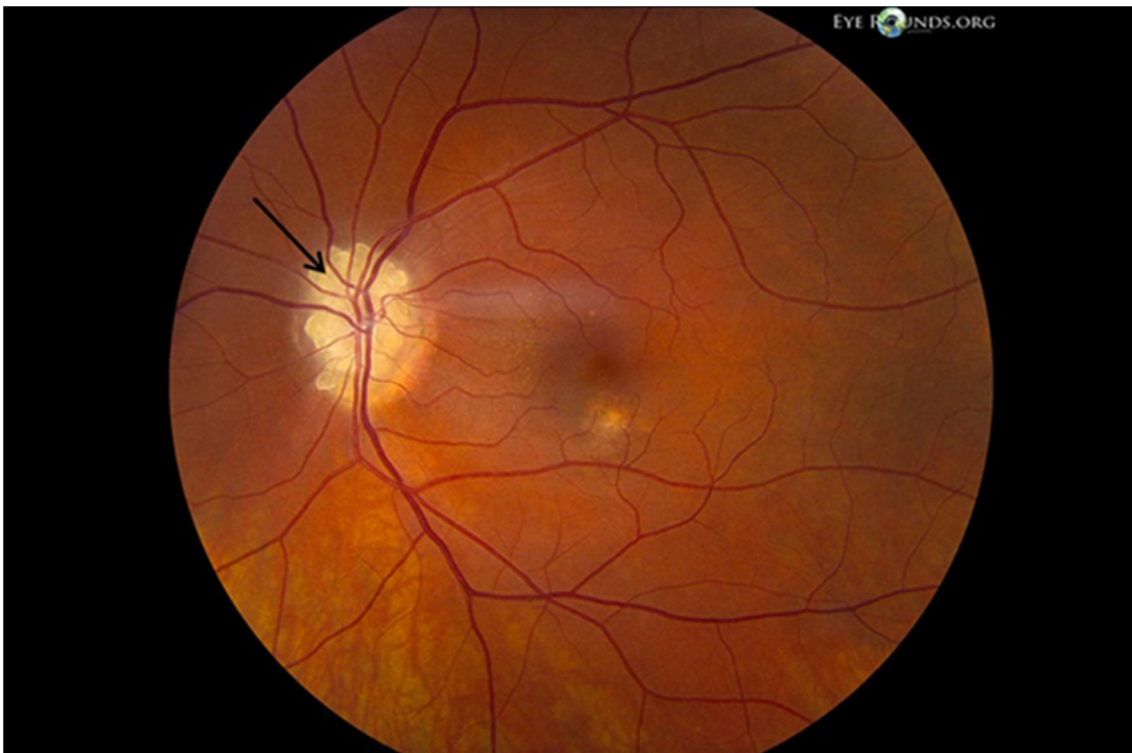
1 Papilla on turvonnut ja epäselväräinen.
2 Liekkimäisiä verenvuotoja papillan ympäristössä.

6.4 Näköhermon atrofia

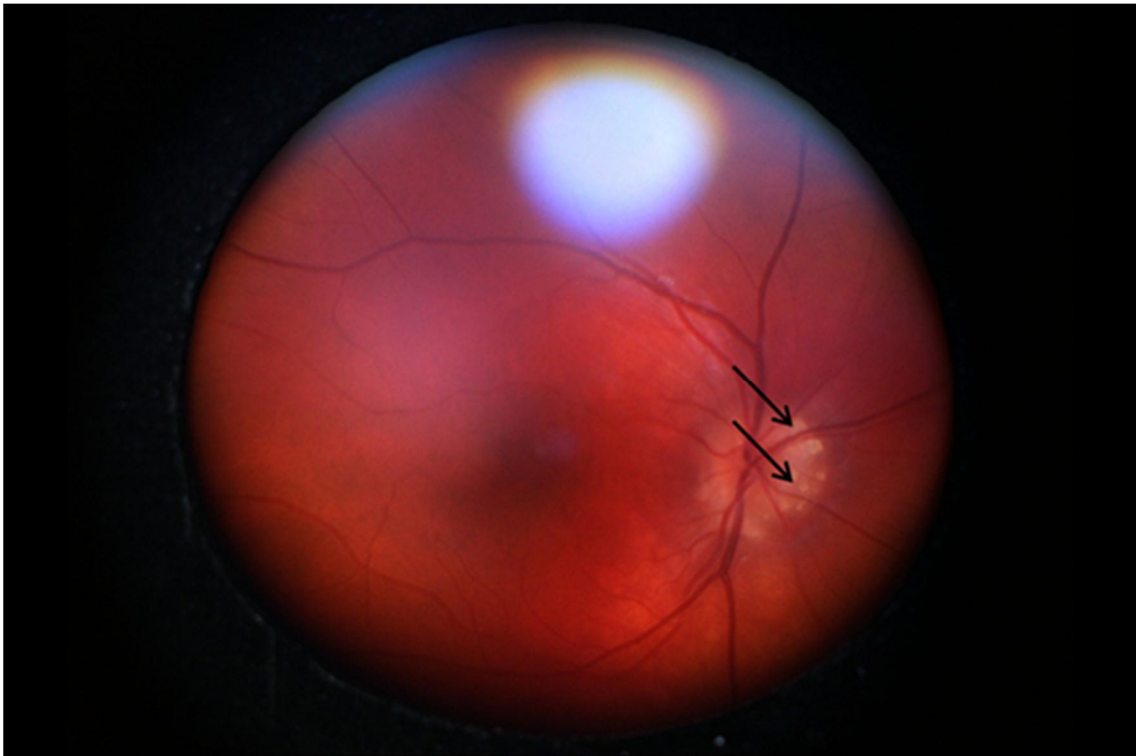
[takaisin](#)

Näköhermonpää on kalpea ja vaalea.

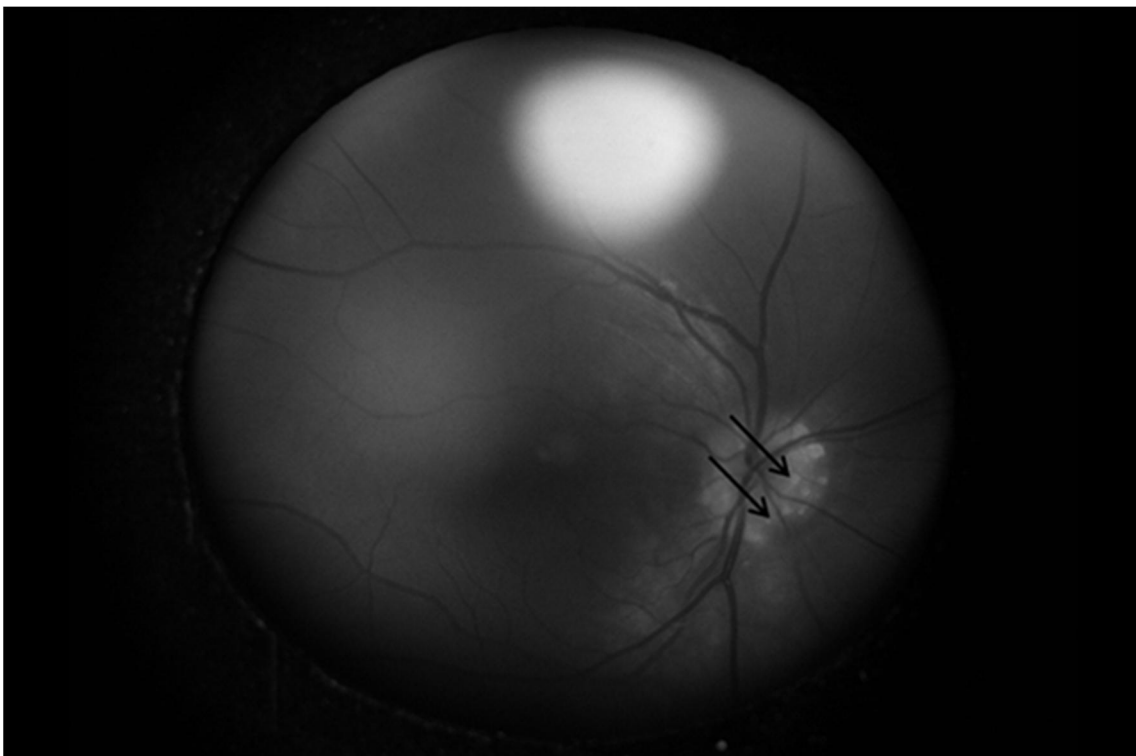
6.5 Näköhermon drusen

[takaisin](#)

Näköhermonpäässä näkyy nuolella osoitettuja useita vaaleampana erottuvia pyöreänmuotoisia kohoumia.



Näköhermonpäässä näkyy nuolella osoitettuna vaaleita drusenkohoumia.



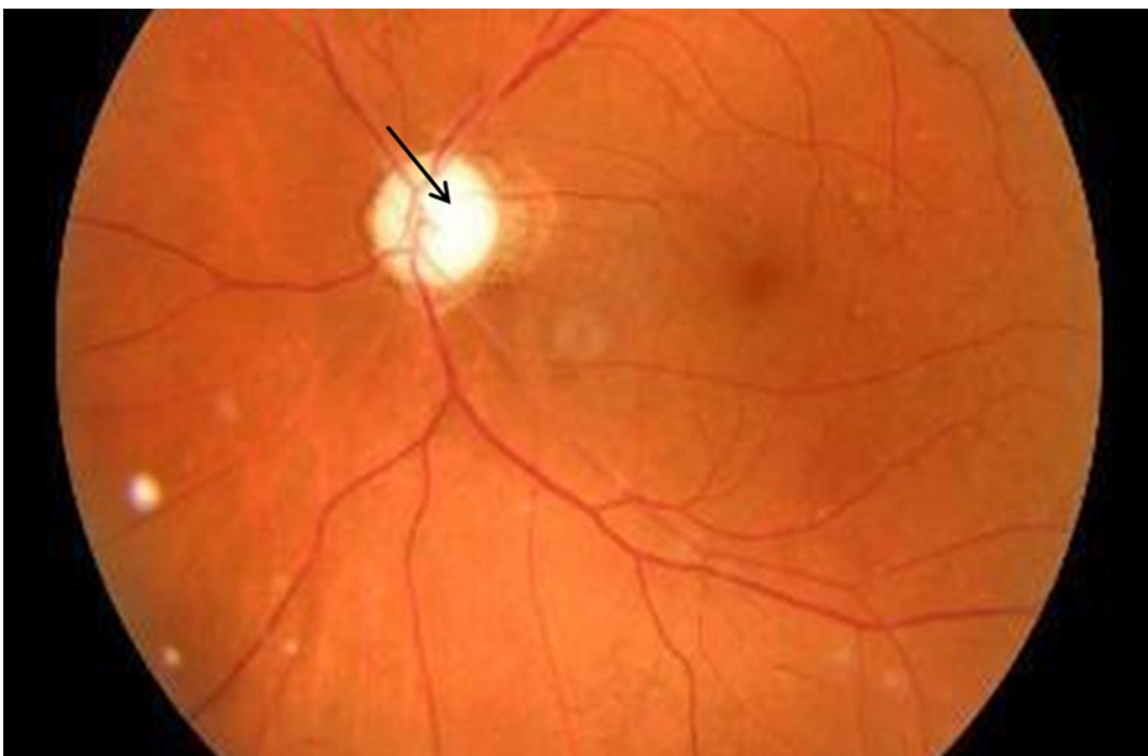
Nuolella osoitetut drusenkohoumat näkyvät joskus paremmin mustavalkoisessa kuvassa, vrt. yläkuvaan.

7 Glaukooma

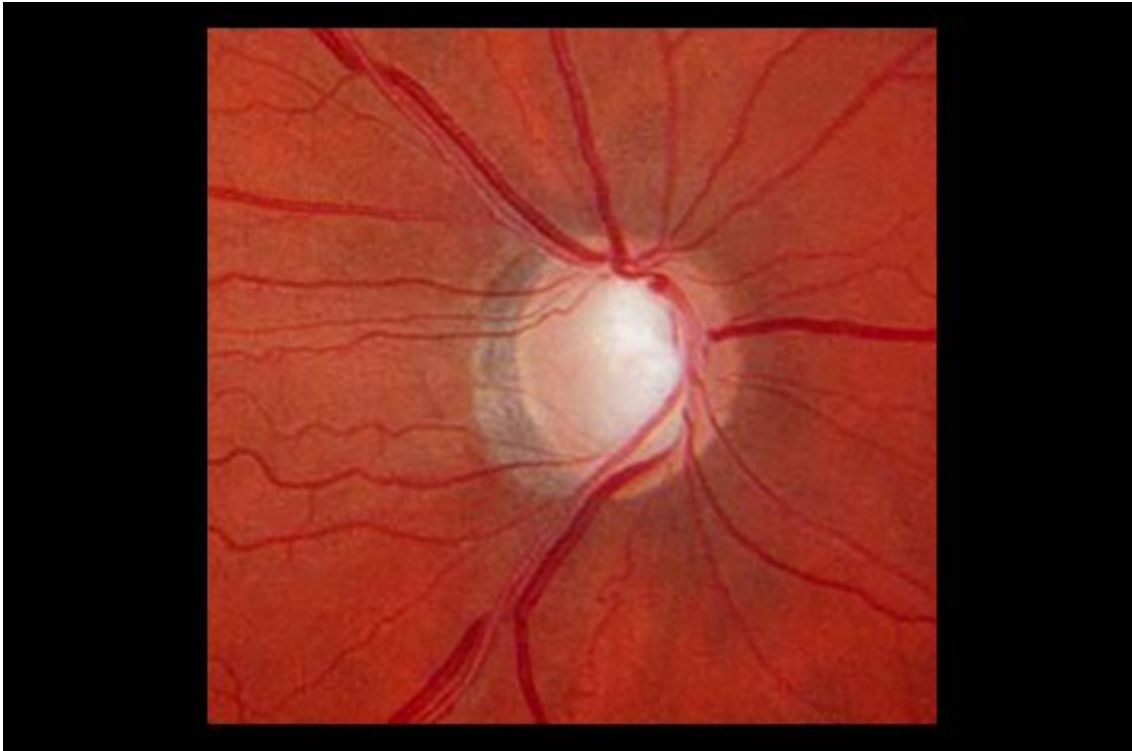
[takaisin](#)



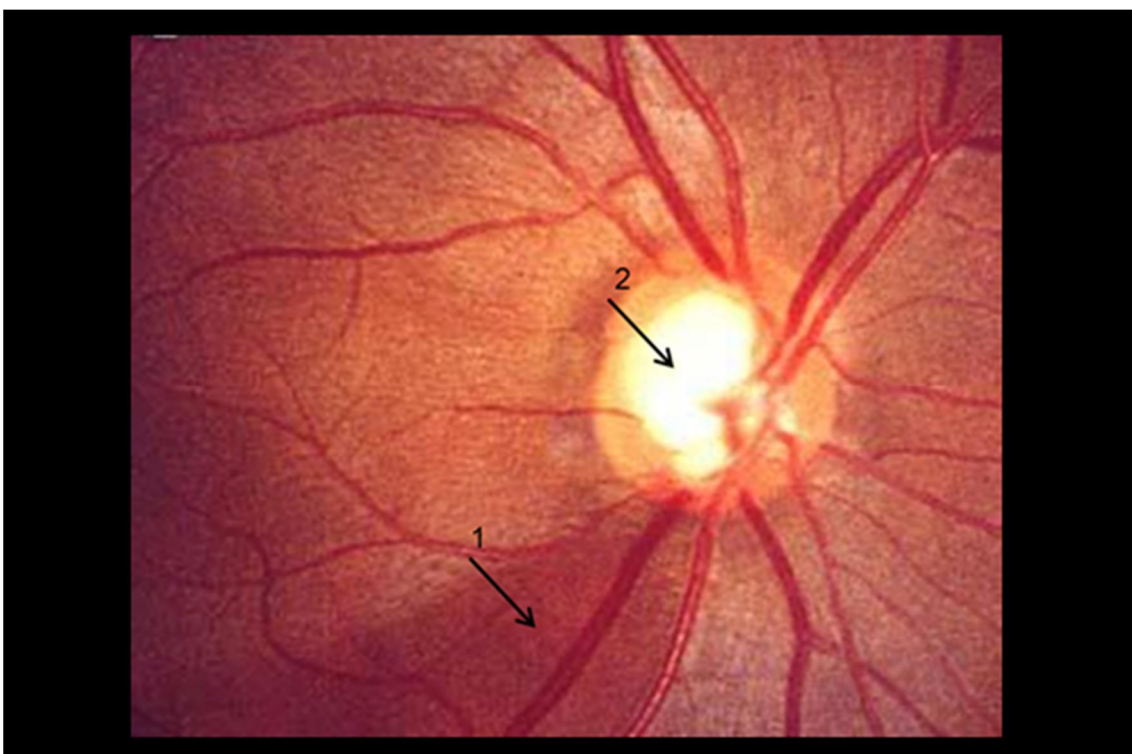
- 1 Näköhermonpään kuppi on ekskavoitunut ja laajentunut.
2 Suonet ovat kääntyneet hieman nasaaliin suuntaan.



Nuolella osoitettu näköhermonpää on atrofinen ja keskukskuoppa ekskavoitunut.



Kuvassa on pitkälle edennyt atrofinen näköhermonpää. Näköhermonpää on vertikaalisesti ekskavoitunut ja sen neuroretinaalinen reuna ohentunut.



1 Sektorimainen tummempi alue on hermosykerroksen vaurio.
2 Lievästi atforinen näköhermonpää.

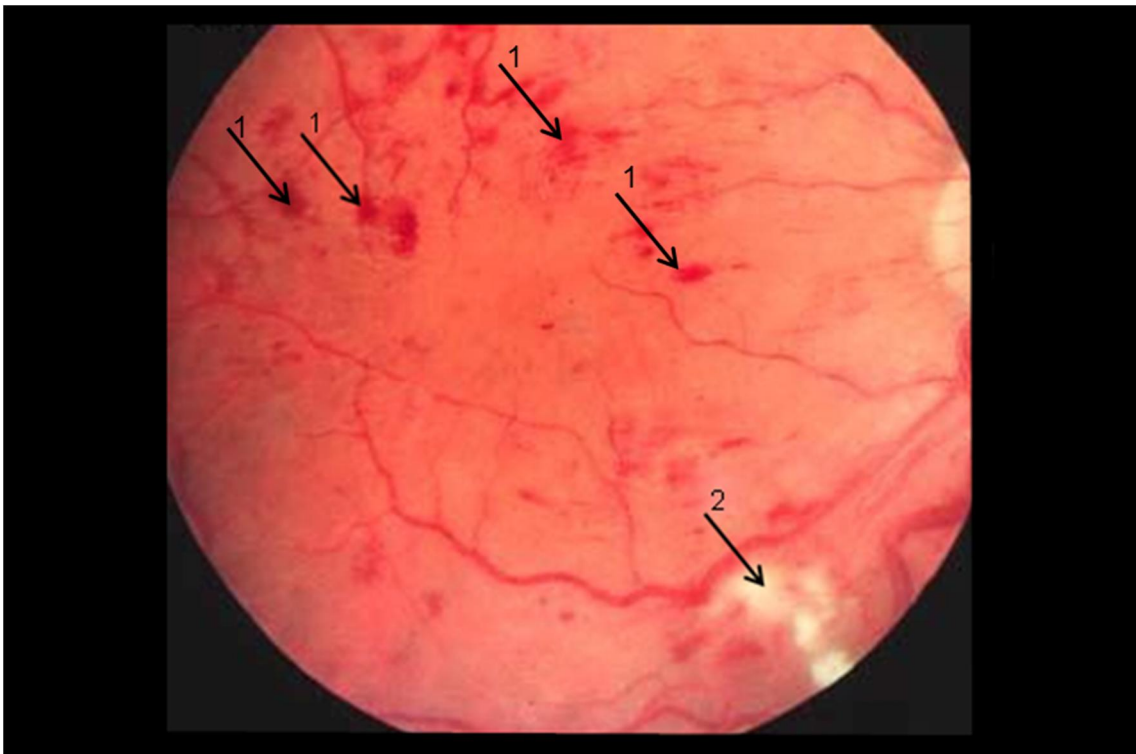
8 Diabetes

8.1 Nonproliferatiivinen eli taustaretinopatia

[takaisin](#)



Ensimmäiset diabeteksen merkit silmänpohjalla ilmaantuvat usein nuolten osoittamalle alueelle. Kyseessä on lievä muutos.
 1 Täplämäistä verenvuotoa.
 2 Kovia eksudaatteja



1 Verkkokalvonlaisia verenvuotoja
 2 Pehmeitä pumpulipesäkkeitä



- 1 Verkkokalvonalaisia verenvuotoja
2 Kovia eksudaatteja

8.2 Proliferatiivinen retinopatia

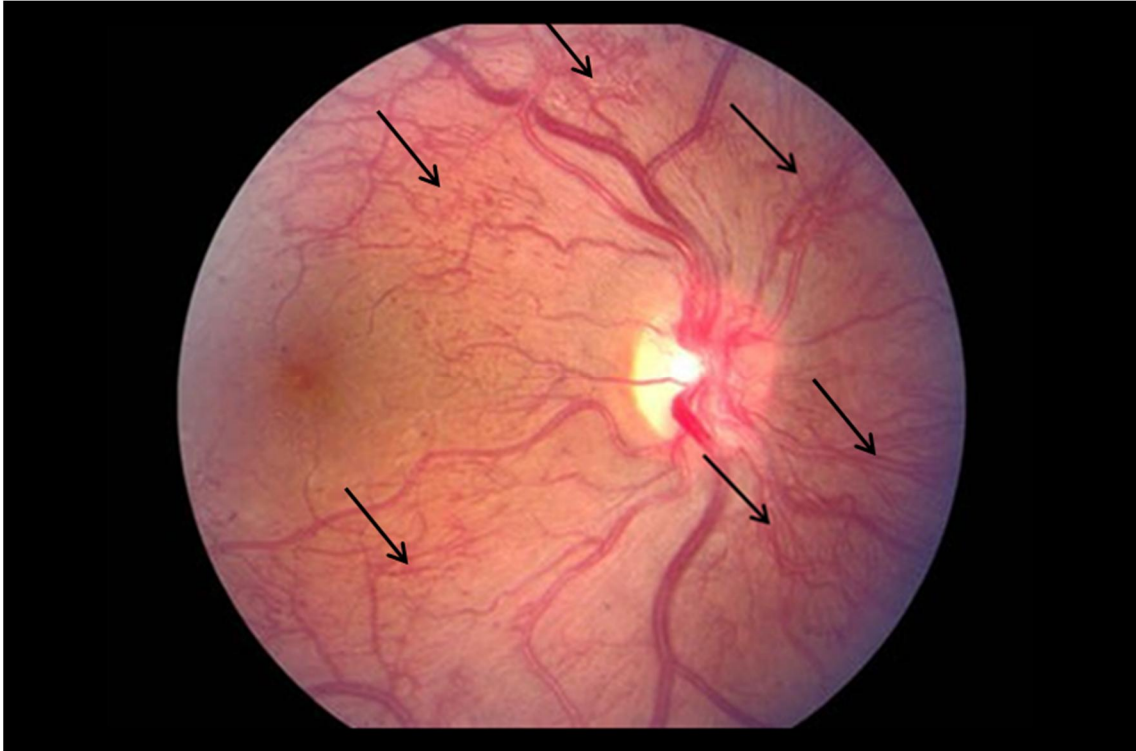
[takaisin](#)



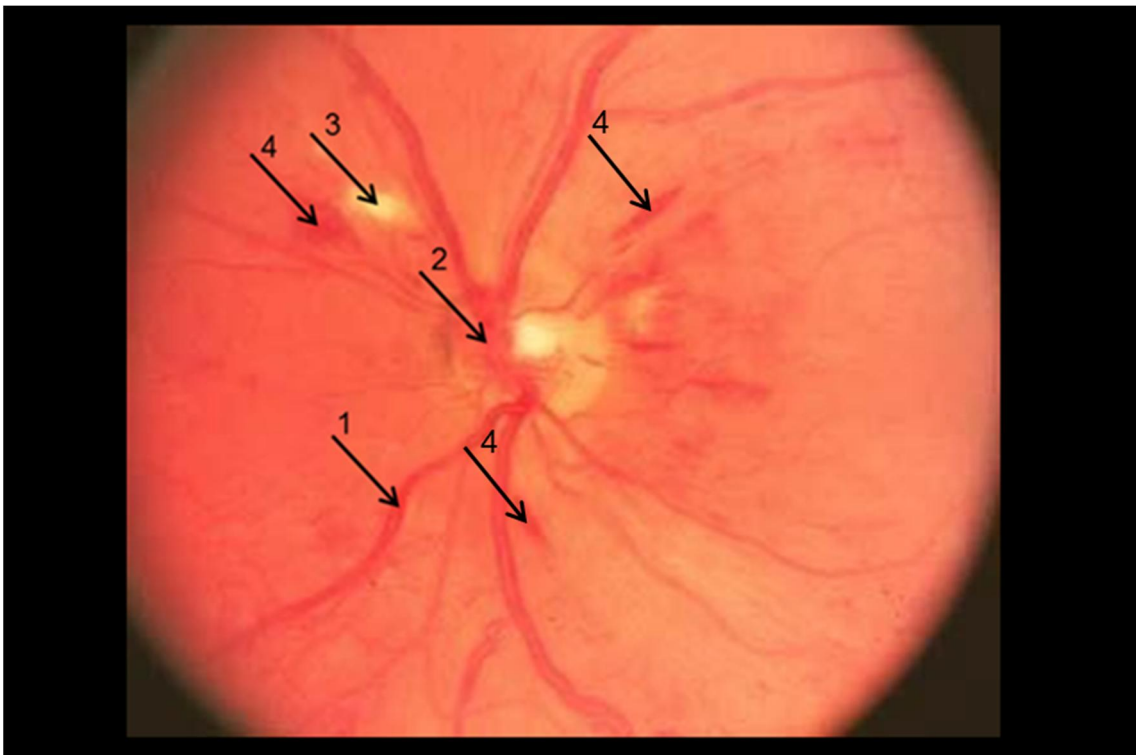
- 1 Täplämäisiä verenvuotoja
2 Pumpulipesäkkeitä
3 Liekkimäinen verenvuoto

8.3 Proliferatiivinen retinopatia

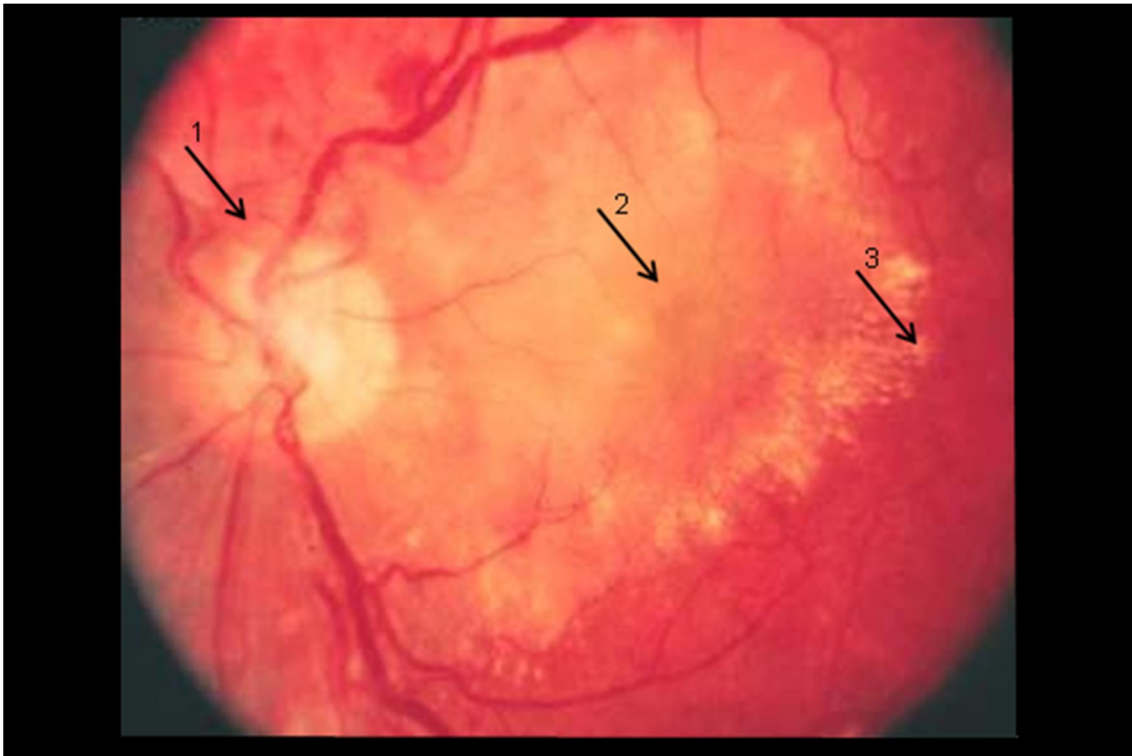
[takaisin](#)



Runsaasti uudissuonitusta eli neovaskularisaatiota, nuolten osoittamissa kohdissa.



- 1 Suonet helmilankamaisia
- 2 Uudissuonitusta näköhermonpäässä
- 3 Pumpulipesäkkeitä
- 4 Verenvuotoja



- 1 Uudissuonitusta
- 2 Makulan alueen turvotusta
- 3 Kovia eksudaatteja

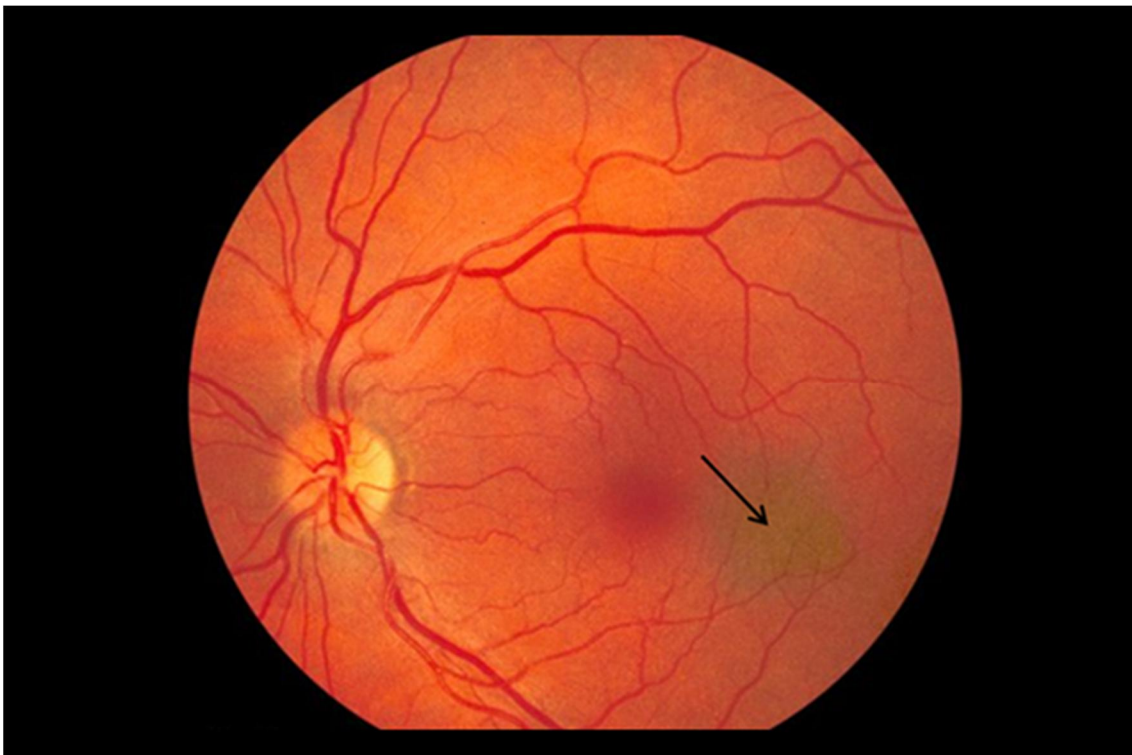
9 Muita löydöksiä

9.1 Suonikalvon luomi

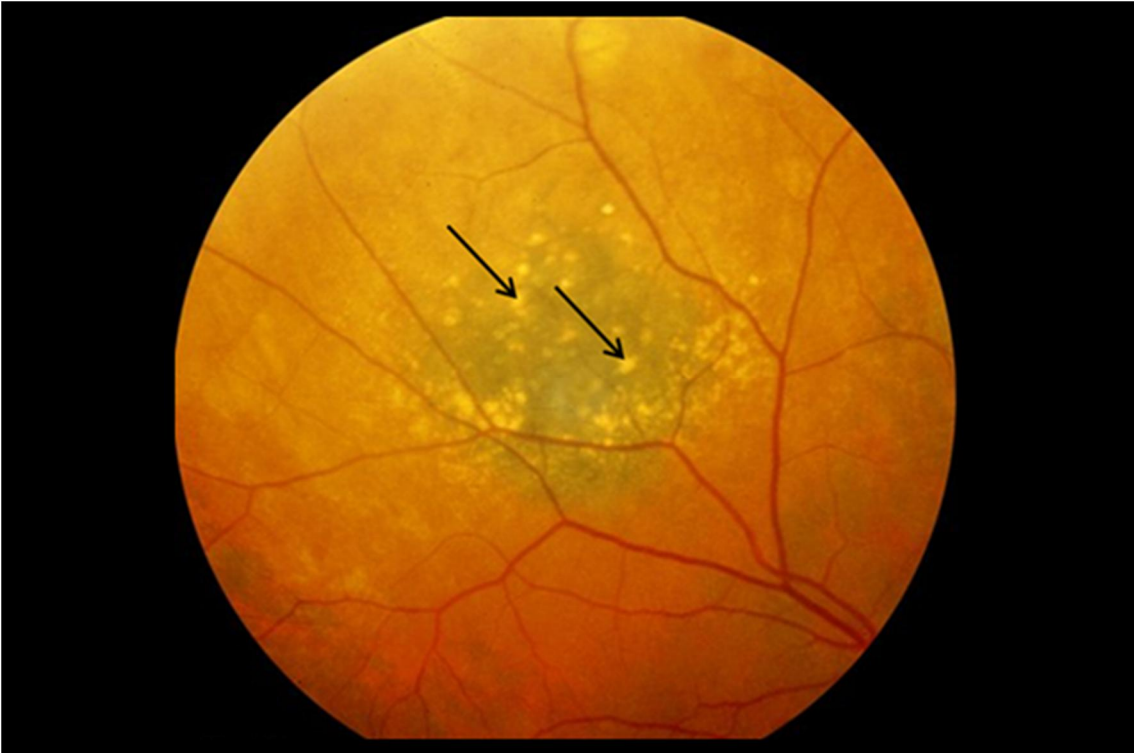
[takaisin](#)



Nuolen osoittama tumma, tarkkarajainen ja pyöreä alue on suonikalvossa oleva luomi. Kuva on laajemman kentän (200°) Optomap-kuva, joka on otettu Daytona-laitteella.



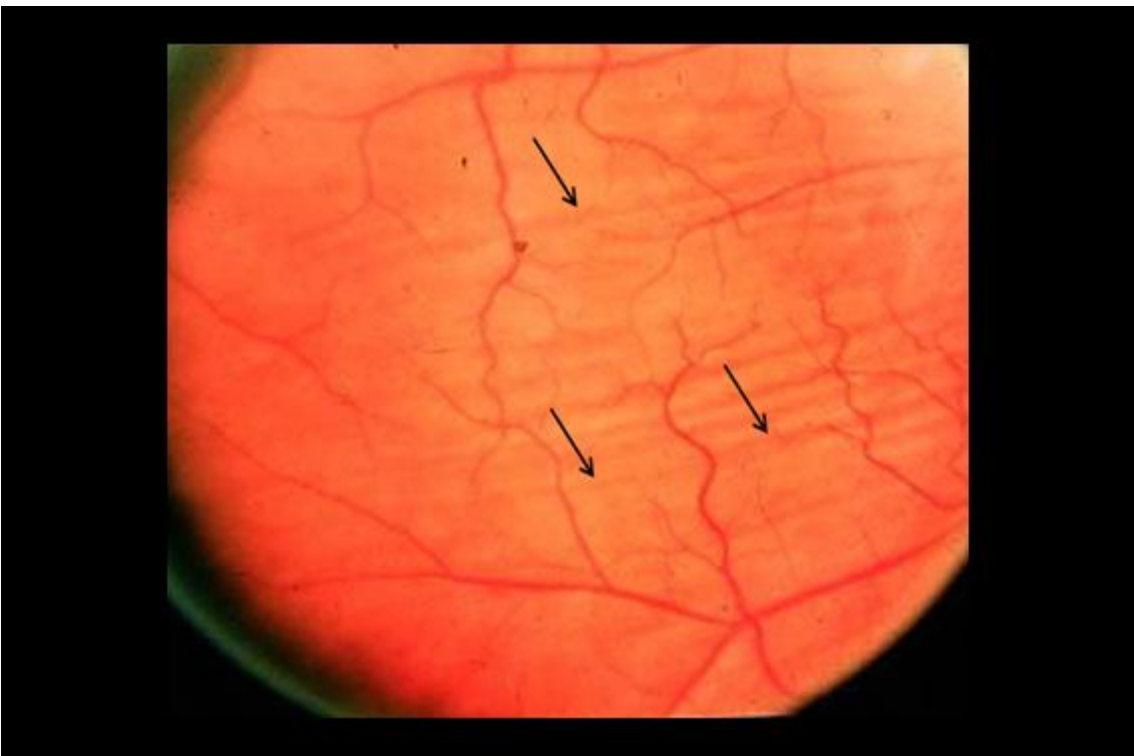
Nuolen osoittama harmahtava alue on luomi. Se ei ole koholla muusta silmänpohjasta.



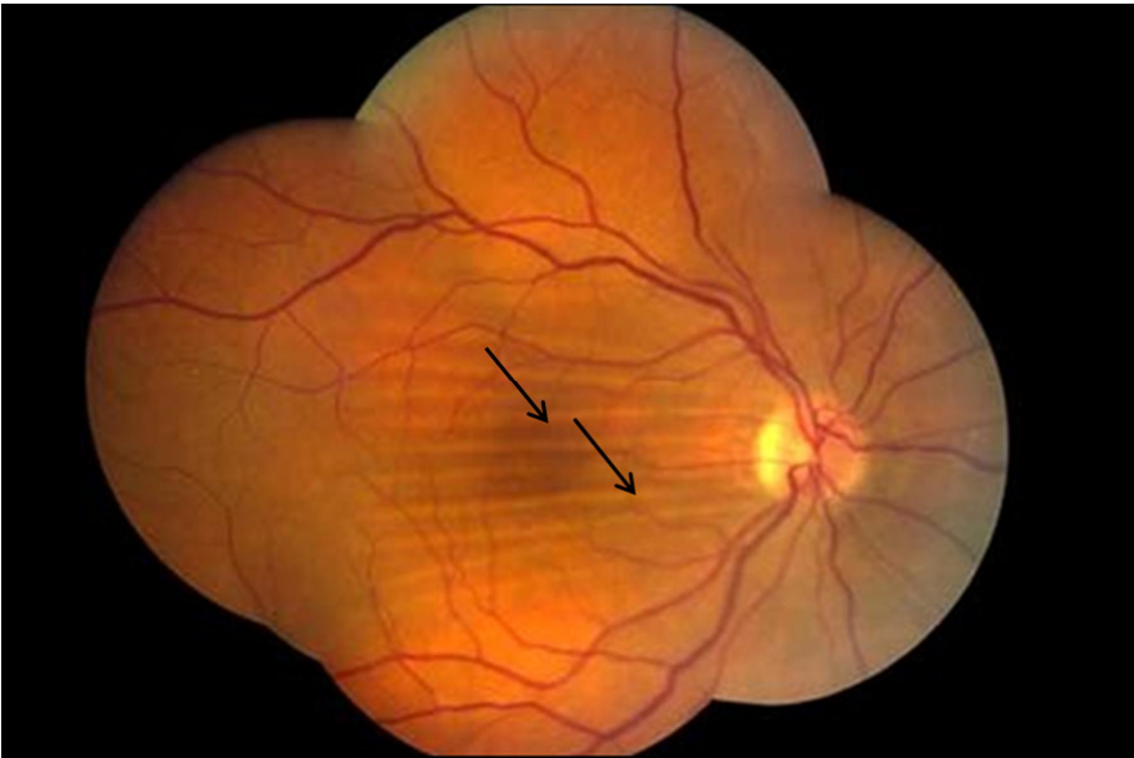
Nuolet osoittavat vaaleita druseneita pitkään olemassa olleen luomen kohdalla.

9.2 Verkkokalvon rypytyminen

[takaisin](#)



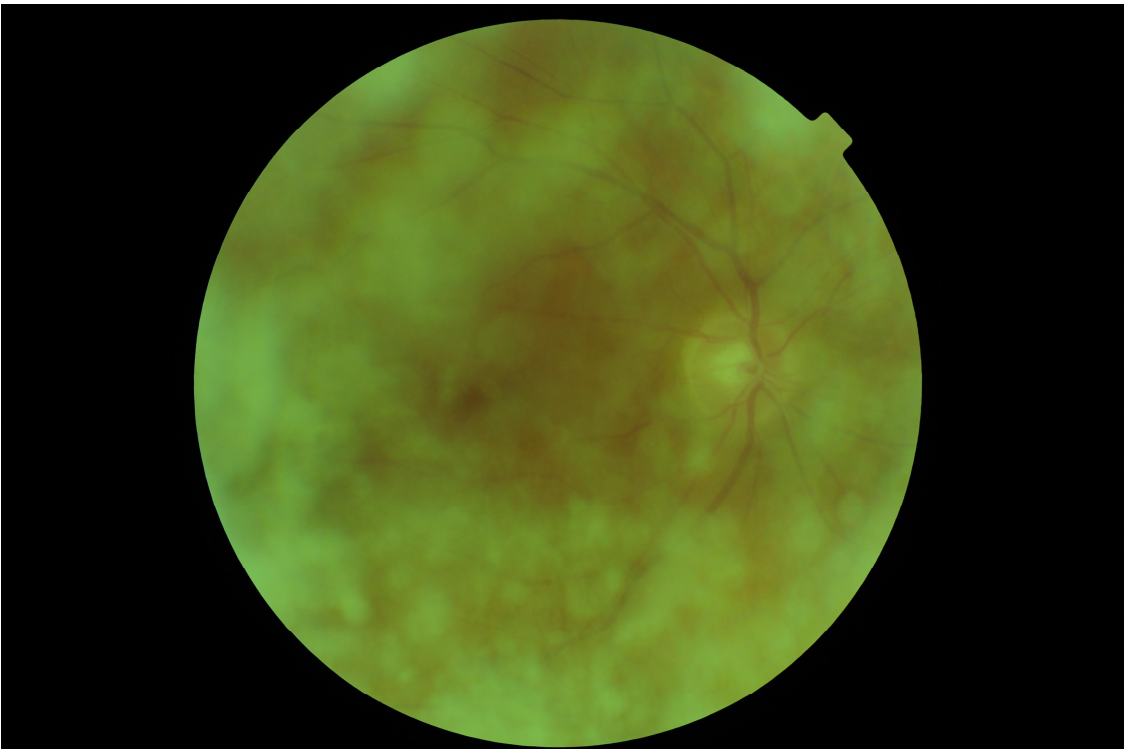
Verkkokalvon alaisen suonikalvon rypytyminen näkyy nuolten osoittamina juovaisuutena.



Verkkokalvon rypytyminen näkyy nuolten osoittamina juovina.

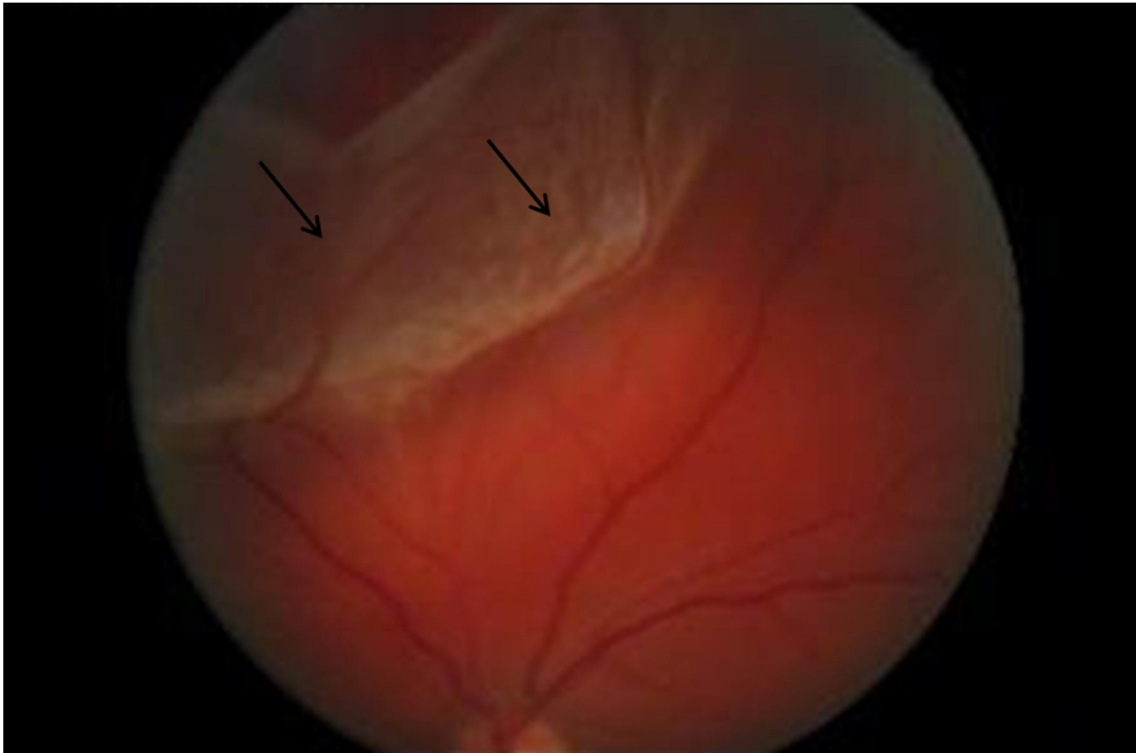
9.3 Lasiaisrappeuma

[takaisin](#)



Silmänpohjalle on heikko näkyvyys lasiaisen rappeuman vuoksi. Kuvassa näkyy haaleaa samentumaa.

9.4 Verkkokalvon irtauma

[takaisin](#)

Harmaana näkyvä irtauma yläperiferisellä retinalla, kuvassa klo 9-1 nuolten osoittamassa suunnassa.

KUVAT

Optikko Pauli Kurunmäen arkisto

Optometrismi Brian Tompkinsin arkisto

Optometrismi Juha Päälyysahon arkisto

Metropolia Ammattikorkeakoulun arkisto

Atlas of Ophthalmology, Online Multimedia Database

University of Iowa Health Care, Eyerounds.org