

Eveliina Ketola, Vilma Pohjasniemi, Sanni Silvasti

Mikroskopoinnin mestariksi

Verkko-opas silmän etuosan mikroskopointiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Optometrismi

Optometrian Koulutusohjelma

Opinnäytetyö

31.3.2014

| | |
|--|---|
| Tekijä(t) Otsikko | Eveliina Ketola, Sanni Silvasti ja Vilma Pohjasniemi Opinnäytetyön otsikko |
| Sivumäärä Aika | 62 sivua + 7 liitettä 31.3.2014 |
| Tutkinto | Optometrismi (AMK) |
| Koulutusohjelma | Optometria |
| Suuntautumisvaihtoehto | |
| Ohjaaja(t) | Lehtori Eero Kokko Yliopettaja Kaarina Pirilä |
| <p>Opinnäytetyön aiheena oli Internetissä oleva verkko-opas, joka sisälsi tietoa silmän etuosan tutkimisesta rakovalomikroskoopilla. Sivusto sisältää tekstiä, kuvia ja videoita kooten tietopaketin mikroskoopin käytöstä, valaisumuodoista ja silmän etuosan eri kudosten tutkimisesta. Työn tarkoitus oli yhdistää eri lähteiden tieto tutkimusmuodoista yhteen, helposti ymmärrettävään sivustoon, joka toimii kertauksena valmistuneille optometristeille tai opeusmateriaalina opiskelijoille. Lähdetiedon lisäksi havainnoimme itse ohjeita mikroskopointitekniikoiden suorittamisen helpottamiseksi.</p> <p>Työ tuotettiin yhteistyössä Metropolia Ammattikorkeakoulun mediatekniikan opiskelijoiden kanssa. Opinnäytetyön kuvat ja videot kuvattiin itse sekä Internet-sivuston tekstit kirjoitettiin ja sivuston jäsentely päätettiin itsenäisesti. Mediatekniikan opiskelijat editoivat videot ja muokkasivat kuvat toivotulla tavalla. Sivuston ulkoasuun heille annettiin vapaat kädet. Apuna kuvauksissa oli optikko Matti Paavilainen.</p> <p>Opinnäytetyössä teoriaosuus sisälsi tietoa rakovalomikroskoopin rakenteesta ja sen monipuolisesta käytöstä, silmän etuosan anatomiasta ja eri kudosten tutkimisesta. Lisäksi teoriaosuudessa kerrottiin työn etenemisestä ja projektituotoksesta. Valmis tuotos pyrittiin jäsentämään mahdollisimman helposti ymmärrettävään ja selattavaan muotoon. Sivustolla esiteltiin ensin mikroskoopin säädöt ja niiden paikat, eri valaisumuodot, värjäysaineet sekä tutkimusmuodot. Videot olivat tarkoituksella lyhyitä ja sijoitettu kyseisen tutkimusmuodon yhteyteen. Teksti pyrittiin kirjoittamaan selkeään muotoon, kuitenkin olettaen, että lukija ymmärtää yleiset termit mikroskopiasta. Työ löytyy Suomen Piilolasiseura ry:n ja Metropolia Ammattikorkeakoulun nettisivuilta.</p> <p>Sivustolla uskotaan olevan kysyntää ja tarvetta alallamme. Vastaavanlaista opinnäytetyötä ei löydy suomenkielisenä.</p> | |
| Avainsanat | rakovalomikroskooppi, valaisumuoto, verkko-opas |

| | |
|---|---|
| Author(s) Title | Eveliina Ketola, Sanni Silvasti ja Vilma Pohjasniemi Title of the Thesis |
| Number of Pages Date | 62 pages + 7 appendices 31.3.2014 |
| Degree | Bachelor of Health Care |
| Degree Programme | Optometry |
| Specialisation option | Mastering Microscopy |
| Instructor(s) | Eero Kokko, Senior Lecturer Kaarina Pirilä, Principal Lecturer |
| <p>The purpose of our thesis was to produce a web guide for graduated optometrists and those who study optometry. The web guide contains theory, pictures and videos of using microscope, illumination techniques and examining the frontal parts of the eye. The thesis was to create a combine information package about microscopy. The information were gathered to a compact and more practical form from a different sources.</p> <p>The website was made in co-operation with three media technician students from Metropolia University of Applied Sciences. The students edited and moderated the videos and pictures for the website. They also produced the technical layout and the appearance of the website. The videos and pictures of the thesis were shot independently with slit lamp biomicroscope. Also the text was written and the information layout was decided by the operating students. Optician Matti Paavilainen assisted the shootings and in the production of the written information.</p> <p>The theoretical part of the thesis consists structures of the front parts of the eye, microscope and its usage and the project diary. Website introduced microscope controls, different illumination techniques, stains and examination techniques of the microscope. Videos were kept short and placed in a same place with the examination techniques in question. Text was written in a easy to read form assuming that the reader was familiar with the most general microscopy terms. The thesis is believed to be useful for the optical business as it includes needed information about microscopy in a compact and easy to use form.</p> | |
| Keywords | co-operation, microscope, web guide |

Sisällys

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Rakovalomikroskoopin kehitys ja rakenne | 2 |
| 2.1 | Optinen tarkastelujärjestelmä | 3 |
| 2.2 | Valaisujärjestelmä | 4 |
| 2.3 | Mekaaninen järjestelmä | 6 |
| 2.4 | Lisäominaisuuksia | 7 |
| 3 | Ennen mikroskopoinnin aloittamista | 7 |
| 3.1 | Rakovalomikroskoopin säädöt | 8 |
| 3.1.1 | Tutkittavan asettaminen | 10 |
| 3.1.2 | Okulaarien säätäminen | 11 |
| 3.1.3 | Tutkittavan ohjeistaminen | 11 |
| 3.2 | Suodattimet | 12 |
| 3.3 | Valaisumenetelmät | 13 |
| 3.3.1 | Suorat valaisumenetelmät | 13 |
| 3.3.2 | Epäsuorat valaisumenetelmät | 15 |
| 3.4 | Värjäysaineet | 17 |
| 3.5 | Silmän terveydentilan arviointi luokitusasteikoilla | 18 |
| 4 | Silmän etuosan rakenne ja tutkiminen | 18 |
| 4.1 | Silmäluomet | 19 |
| 4.1.1 | Silmäluomien tutkiminen | 20 |
| 4.1.2 | Luomenkääntö | 20 |
| 4.2 | Kyynelelimet | 21 |
| 4.2.1 | Kyynelneste | 22 |
| 4.2.2 | Kyyneltiet | 23 |
| 4.2.3 | Kyynelnesteen tutkiminen | 24 |
| 4.3 | Kuivasilmäisyys ja sen tutkiminen | 26 |
| 4.4 | Sidekalvo ja sidekalvon tutkiminen | 28 |
| 4.5 | Sarveiskalvo | 29 |
| 4.5.1 | Sarveiskalvon rakenne | 29 |
| 4.5.2 | Sarveiskalvon tutkiminen | 30 |
| 4.6 | Kovakalvon rakenne ja tutkiminen | 35 |
| 4.7 | Kammionestekierto | 36 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.7.1 | Kammiokulman syvyyden arvioiminen | 37 |
| 4.7.2 | Etukammion terveydentilan arviointi | 39 |
| 4.8 | Suonikalvosto | 40 |
| 4.8.1 | Värikalvo | 41 |
| 4.8.2 | Sädekehä | 42 |
| 4.8.3 | Suonikalvoston etuosien tutkiminen mikroskoopilla | 43 |
| 4.9 | Mykiö | 43 |
| 4.9.1 | Kaihityypit | 44 |
| 4.9.2 | Mykiön tutkiminen | 45 |
| 5 | Verkko-oppiminen | 48 |
| 6 | Projektityöskentely ja sen eteneminen | 49 |
| 6.1 | Opinnäytetyöaiheen ideointi ja projektin valmistelu | 49 |
| 6.2 | Projektin suunnittelu | 50 |
| 6.3 | Projektin eteneminen käytännössä | 51 |
| 6.3.1 | Projektisuunnitelman viimeistely | 51 |
| 6.3.2 | Kuvausten ja editoinnin aloittaminen | 52 |
| 6.3.3 | Projektin puoliväli | 53 |
| 6.3.4 | Projektin päättäminen | 54 |
| 7 | Pohdintaa | 54 |
| 8 | Loppusanat | 56 |
| | Lähteet | 57 |
| | Liitteet | |
| | Liite 1. Pöytäkirja: Mikroskopointi projekti 24.1.2014 | |
| | Liite 2. Pöytäkirja: Mikroskopointi projekti 17.2.2014 | |
| | Liite 3. Pöytäkirja: Mikroskopointi projekti 28.2.2014 | |
| | Liite 4. Pöytäkirja: Mikroskopointi projekti 18.3.2014 | |
| | Liite 5. Pöytäkirja: Mikroskopointi projekti 26.3.2014 | |
| | Liite 6. Käsikirjoitus tutkimusmenetelmien ja valaisumuotojen kuvaamiseen | |
| | Liite 7. Käsikirjoitus mikroskoopin ulkoisten osien ja säätöjen kuvaamiseen | |

1 Johdanto

Silmän terveydentilan tutkiminen kuuluu enenevässä määrin optometristin työnkuvaan näöntutkimuksissa - erilaiset silmän terveydentilaa tutkivat tekniset laitteet ovat yleistyvässä ja optometrian koulutusohjelmaan sisältyy diagnostisten lääkeaineiden käyttöoikeus. Optometrian Eettinen Neuvosto 2014 on laatinut ohjeistuksen optikoille hyvästä tutkimuskäytännöstä, joka sisältää muun muassa hyvän silmien terveystarkastuksen käytännön. Silmäsairauksia pystytään seulomaan entistä tehokkaammin optikon vastaanotolla ja näin asiakkaat osataan ohjata ajoissa jatkotutkimuksiin.

Silmäsairauksien seulominen edellyttää tietoa ja taitoa tutkimusten tekemisestä. Mikroskoopi löytyy lähes jokaisesta optikkoliikkeessä ja toimii hyvänä ja monipuolisena apuvälineenä silmän terveydentilan tutkimisessa. Kuitenkin mikroskoopin hallinta unohtuu helposti käyttämättömyyden jälkeen, eivätkä silmän epänormaalit löydökset ole välttämättä hallussa. Kertaus jää usein valmistuneen optometristin omalle vastuulle ja avuksi haluamme tarjota opetusmateriaaliksi Internetistä löytyvän käytännönläheisen sivuston.

Halusimme saada opinnäytetyönteosta mahdollisimman suuren hyödyn tulevaisuutta varten, joten valitsimme aiheeksi alueen, joka vaatii eniten harjoittelua. Aloitimme opinnäytetyön suunnittelun syksyllä 2013. Olimme suorittaneet keväällä 2013 opintojakson oftalmologisista mittauksista, jossa tutustuimme mikroskopiaan. Tekniikat tuntuivat kuitenkin hankalilta ja huomasimme, että eri lähteet tarjosivat toisistaan poikkeavaa tietoa. Kaipasimme helposti ymmärrettävää informaatiota ja opasteita tekemiseen.

Opinnäytetyö aloitettiin teorian kirjoittamisella sekä aihealueen rajaamisella. Saimme alkuvuodesta 2014 avuksemme Metropolia Ammattikorkeakoulun mediatekniikan opiskelijoita mukaan toteuttamaan Internet-sivustoa ja muokkaamaan videoita ja kuvia, jotka kuvasimme itse keväällä 2014. Kuvausten yhteydessä havainnoimme suuntaa antavat ohjeet tutkimusten kulkuun.

Teoriaosuus painottuu työssämme mikroskoopin rakenteiden esittelyyn, sen käyttöön ja silmän etuosien terveydentilan tutkimiseen mikroskoopilla. Se sisältää myös tietoa työmme etenemisestä ja projektituotoksesta. Laaja teoria sallii sivuston käyttäjälle mahdollisuuden palata silmän etuosien anatomiaan ja mikroskoopin rakenteen perus-

teisiin. Näin luodaan kattavampi kertauspaketti käyttäjälle, joka haluaa syventyä aiheeseen paremmin.

Teoriassa kerrataan aluksi rakovalomikroskoopin rakenne ja perusteet, jonka jälkeen käydään läpi mikroskoopilla suoritettavan tutkimuksen aloittaminen. Silmän anatomian osiot esitellään ennen kyseisen silmän osan tutkimisohjeita, jolloin saadaan pohjatietoa tutkittavasta kudoksesta. Järjestys anatomian osioissa on silmän etupinnasta kohti mykiötä, mikä toistuu myös verkko-oppaan sisällössä.

2 Rakovalomikroskoopin kehitys ja rakenne

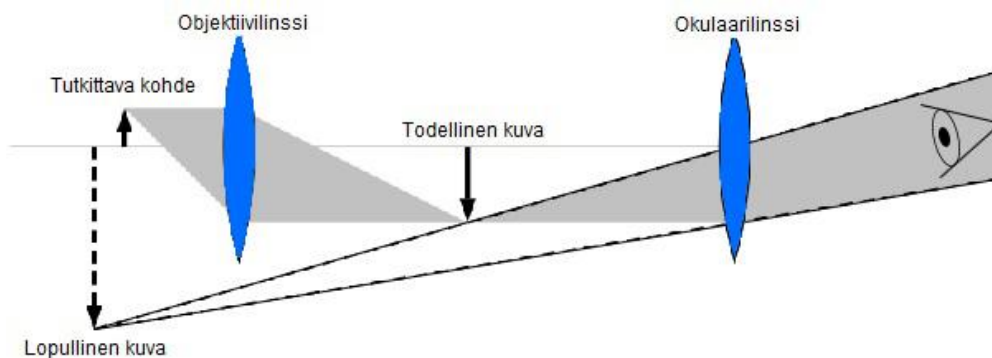
Jokaisessa rakovalomikroskoopissa on optinen tarkastelu-, valaisu- ja mekaaninen järjestelmä, joista mikroskooppi koostuu. Rakovalomikroskoopin rakenteesta kerrotaan usein vähän, vaikka se luo pohjan mikroskoopin käytölle. Ymmärrys perusominaisuuksista helpottaa rakovalomikroskoopin käytön opettelua ja auttaa syventymään käyttöominaisuuksiin.

Rakovalomikroskooppi tarjoaa lisälaitteineen suurenetun kuvan silmän eri osista ja mahdollistaa myös erilaisia mittauksia, kuten pupillin koon, sarveiskalvon paksuuden ja etukammion syvyyden arvioinnin sekä valokuvauksen silmän eri osista helpottamaan dokumentointia (Khurana 2008: 350). Vaikka rakovalomikroskooppityyppejä on erilaisia, toistuu kaikilla tietyt perusominaisuudet (Elkington – Frank – Greaney 1999: 196). Rakovalomikroskoopeissa tarkastelu- ja valaisujärjestelmillä täytyy olla yhteinen polttotaso ja useimmissa mikroskoopeissa se sijaitsee molempien järjestelmien yhteisen kääntöakselin kohdalla. (Elkington ym. 1999: 196- 197.) Niissä mikroskoopeissa missä on poikkeusmahdollisuus, valo voidaan tarvittaessa siirtää pois tältä yhteiseltä polttotasolta (Doshi – Harvey 2003: 28).

Toinen yleinen perusominaisuus on välimatka mikroskoopin ja tutkittavan silmän välillä. Rakovalomikroskoopeille on suunniteltu pitkä työskentelyetäisyys, jonka tuloksena syntyy väli mikroskoopin ja tutkittavan välille. Tällöin tutkija voi suorittaa tiettyjä liikkeitä, kuten poistaa roskaa silmästä tai kääntää luomen. Se mahdollistaa myös optisten välineiden asettamisen tutkittavan silmän ja mikroskoopin väliin, kuten esimerkiksi +90 D linssin silmänpohjan tutkimiseen. (Elkington ym. 1999: 197.) Rakovalomikroskooppi koostuu kolmesta perusosasta: optisesta tarkastelu- (mikroskooppi), valaisu- ja mekaanisesta järjestelmästä (Khurana 2008: 351).

2.1 Optinen tarkastelujärjestelmä

Tärkeä osa rakovalomikroskooppia on tarkastelujärjestelmä, joka tarjoaa selkeän kuvan silmästä. Siinä täytyy olla riittävä suurennus, jotta tutkija pystyy tarkastelemaan kaikkia silmän rakenteita. (Veys – Meyler – Davies 2009: 16.) Optinen tarkastelujärjestelmä (kuvio 1) on mikroskooppi, joka koostuu vähintään kahdesta kuperasta linssistä, objektiivista ja okulaarista. (Elkington ym. 1999: 195). Siinä tutkittava kohde on sijoitettu objektiivilinssin eteen. Todellinen, kääntynyt kuva muodostetaan objektiivilinssin taakse. Okulaarilinssi muodostaa siitä suurennetun kuvan ja lopullinen kuva on vaakaja pystysuunnassa kääntyneenä. (Elkington ym. 1999: 195.)



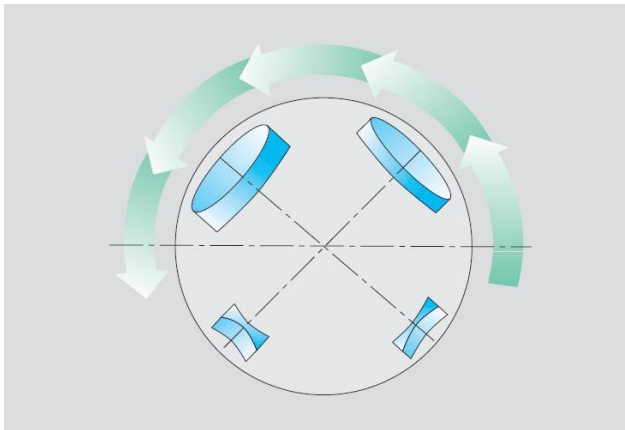
Kuvio 1. Optinen tarkastelujärjestelmä mukailtuna Elkington ym. 1999: 195 kuvasta (Ketola ym. 2014).

Rakovalomikroskoopin tarkastelujärjestelmän muodostaa stereomikroskooppi, jossa okulaariputket ovat joko konvergentit tai yhdensuuntaiset. Tarkastelujärjestelmä on asetettu noin 10 - 15 asteen konvergenssikulmaan, jotta kohde nähtäisiin kolmiulotteisesti (Khurana 2008: 351). Kaikissa rakovalomikroskoopin tarkastelujärjestelmissä on konvergenssikulma, vaikka okulaariputket olisivatkin suorassa. Konvergenssikulma on tällöin toteutettu laitteen prismajärjestelmässä. (Paavilainen 2014.)

Okulaari muodostaa virtuaalisen kuvan, joka useimmiten sijaitsee äärettömyydessä tai sen läheisyydessä, jotta sitä voidaan katsella mukavasti silmät rentoina (Hecht 1998: 215). Mikroskoopeissa syntyvä kuva on kääntyneenä ja se on korjattu rakovalomikroskoopissa prismaparilla, joka kääntää kuvan vaakaja pystysuunnassa oikeinpäin. (Khurana 2008: 351.)

Suurennusta tulee pystyä vaihtamaan helposti ilman, että tarkennus kohteeseen muuttuu. Mikroskoopin suurennusta voidaan muuttaa esimerkiksi okulaareja vaihtamalla. Okulaarit ovat yleensä 10x tai 12.5x ja niissä mikroskoopeissa, joissa on kaksiasentoinen suurennuksen vaihtaja 1x - 1.6x, käytetään lisäksi vaihdettavia okulaareja: 10x, 16x, 25x, joilla saadaan myös suurennukset 25.6x ja 40x. (Paavilainen 2014.)

Okulaarien vaihtoa yksinkertaisempi tapa vaihtaa suurennusta on kuitenkin pyörivä suurennuksen vaihtojärjestelmä, jonka Littmann kehitti vuonna 1950 (Wagner 2001: 6; Khurana 2008: 352). Se on täysin erillinen optinen järjestelmä, joka on objektiivi- ja okulaarilinssien välissä (Khurana 2008: 352). Sitä kutsutaan Galilein järjestelmäksi (kuvio 2), koska se hyödyntää Galilein kaukoputkea suurennuksen vaihtamiseen. Tässä kaukoputkessa on kaksi linssiä, miinus- ja pluslinssi, joiden avulla kuva näkyy tutkijalle oikein päin. (Khurana 2008: 352.)



Kuvio 2. Littmannin kehittämä Galilein suurennuksen vaihtojärjestelmä (Wagner 2001: 6).

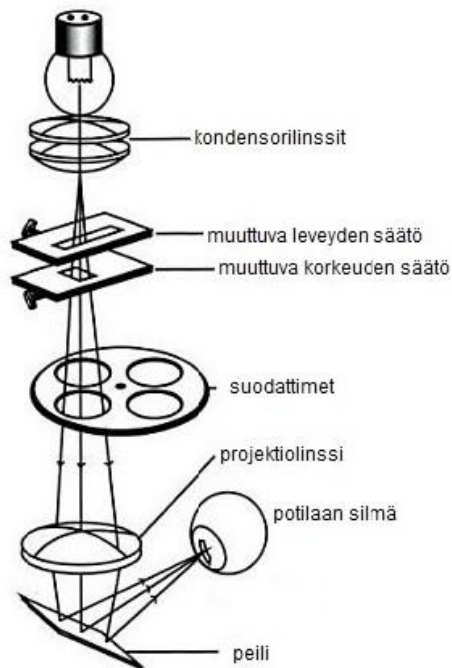
Suurennusten vaihtojärjestelmän kahdella Galilein kaukoputkella saadaan 4 erilaista suurennusta ja viidennen mahdollistaa rummussa oleva tyhjä putki. Käytännössä rako-valomikroskooppitutkimuksessa tarvitaan suurennuksia 8x ja 40x välillä, joista yleisimmät ovat 10x, 16x ja 25x. (Wagner 2001: 6.)

2.2 Valaisujärjestelmä

Tehokas valaisujärjestelmä on tärkeä perusvaatimus rakovalomikroskooppitutkimukselle (Veys ym. 2009: 16). Valaisujärjestelmän on tarkoitus tuottaa kirkas, tasaisesti valaistu ja helposti säädettävä valojuova silmään (Khurana 2008: 352). Tämä saavute-

taan käyttämällä optista kuvantamista yhdessä niin sanotun Köhler valaisun kanssa (Wagner 2001: 3).

Rakovalomikroskoopit voidaan jakaa kahteen pääryhmään: valonlähde on katselujärjestelmän yläpuolella (esimerkiksi Haag-Streit) ja valonlähde on katselujärjestelmän alapuolella (Veys ym. 2009: 16). Rakovalomikroskoopeissa käytetty valonlähde on joko alhaisen jännitteen hehkulamppu tai halogeenilamppu. Halogeenilamppu on toimiva sen korkean luminanssin ja väriämpötilan takia. (Wagner 2001: 4.) Markkinoille kovasti tuloaan tekee myös LED-valolla toimiva rakovalomikroskooppi (LED Illumination n.d.). Valonlähteen lisäksi rakovalomikroskoopin valaisujärjestelmä koostuu (kuvio 3) kondensorilinsseistä, valokuovan säädöistä, suodattimista, projektiolinssistä sekä heijastavasta peilistä tai prismasta. (Khurana 2008: 352 - 353.)



Kuvio 3. Tyypillinen rakovalomikroskoopin valaisujärjestelmä mukailtuna Khurana 2008: 353 kuvasta. (Ketola ym. 2014).

Kondensorilins sijärjestelmä koostuu parista kuperia plano linsejä, jossa kuperat pinnat ovat vierekkäin (Khurana 2008: 352). Kondensorilins sijärjestelmä kerää valonlähteestä tulevan valon ja suuntaa sen eteenpäin (Paavilainen 2014).

Valaisujärjestelmässä juovan leveyttä ja korkeutta täytyy pystyä säätämään. Valojuovan leveydensäätö on mikroskoopista riippuen välillä noin 0 - 14 mm ja joistain mikroskoopeista löytyy juovan leveydensäätö varustettuna asteikolla. Korkeudensäätö on yleensä myös varustettu asteikolla, sillä asteikko helpottaa tutkimista. Valonlähde on yleensä kierrettävissä, jotta valojuovaa voidaan käyttää myös vaakasuunnissa. Valojuovan kääntöominaisuus on hyödyllinen esimerkiksi pehmeiden tooristen linssien sovituksessa. (Doshi – Harvey 2003: 34.) Havainnoimme tutkiessamme, etteivät leveyden ja korkeuden säätöasteikon millimetrimitat pitäneet aina paikkaansa. Valon korkeudensäädön asteikko on näistä kuitenkin luotettavampi. Mikroskoopissa olevat säätöasteikot ovat siis suuntaa antavia, eivät absoluuttisia.

Mikroskoopissa on myös mahdollisuus säätää valon voimakkuutta. Harmaa suodattimen avulla tutkija voi vähentää valaistusta, mutta se ei ole kuitenkaan yhtä tehokas ja nopea tapa kuin kirkkauden säädin. (Veys ym. 2009: 16.) Kirkkauden säädin löytyy yleensä mikroskooppipöydän paneelista tai jalustalta mikroskoopin vierestä. Juovan leveyttä säätämällä saadaan myös muutettua valon kirkkautta, esimerkiksi diffuusi- tai kokonaisheijastusvalaisussa. (Paavilainen 2014.) Kirkkauden säädin mahdollistaa myös valoherkkien potilaiden tutkimisen (Veys ym. 2009: 16).

Rakovalomikroskoopeissa on yleensä valmiina suodattimia. Näitä ovat koboltinsininen, puna-vapaa ja harmaa suodatin sekä diffuuseri. (Veys ym. 2009: 18; Doshi – Harvey 2003: 34.) Keltasuodatin voi myös olla rakovalomikroskoopeissa valmiina tai se voidaan ostaa erikseen (Doshi – Harvey 2003: 34; Stone 1979: 1). Projektiolinssin tarkoitus on tuottaa valosta tarkkarajainen alue, jonka peili tai prisma heijastaa lopuksi pitkin horisontaaliakselia kohti silmää. (Khurana 2008: 352 – 353; Paavilainen 2014.)

2.3 Mekaaninen järjestelmä

Modernin rakovalolampun mekaanista järjestelmää on kehitetty yli 80 vuotta, jotta tutkijan olisi helpompaa ja mukavampaa tehdä työtään (Wagner 2001: 8). Mekaanisella järjestelmällä tarkoitetaan mikroskoopin ohjaussauvaa, asiakkaan tuen säätöjä, liikuteltavaa fiksaatiokohdetta sekä mikroskoopin mekaanista poikkeutusta (Khurana 2008: 353 - 354).

Mikroskoopin ja valaisujärjestelmän liikkeet kohti silmää tai pois päin sekä sivuille saadaan aikaan ohjaussauvan avulla (Khurana 2008: 353). Ohjaussauva sijaitsee mikro-

skoopin alustalla ja helpottaa tutkijan työtä jättämällä toisen käden vapaaksi (Veys ym. 2009: 18). Mikroskoopin ylä- ja alasuunnan säätö on yleensä integroitu ohjaussauvaan ja sen päätä kiertämällä mikroskooppi liikkuu ylös- ja alaspäin (Wagner 2001: 8).

Mekaaniseen järjestelmään kuuluvat myös asiakkaan leukatuen sekä pöydän korkeus säädöt (Khurana 2008: 353 - 354). Leukatuki säädetään manuaalisesti oikealle kohdalle cantus -merkkiä hyödyntäen ja pöydän säätö tapahtuu sähköisesti pöydän alla tai sivulla olevasta paneelista (Paavilainen 2014). Mekaanisen järjestelmän avulla mikroskooppi ja valaisujärjestelmä voidaan poikkeuttaa (Khurana 2008: 354). Yleisimmät tavat poikkeuttaa valajuova ovat mikroskoopin valaisujärjestelmässä oleva kierrettävä nappi tai poikkeutuslukituksen avaaminen ja kääntämällä manuaalisesti valaisujärjestelmää sivusuuntaan. Kaikista mikroskoopeista ei löydy poikkeusmahdollisuutta. (Paavilainen 2014.)

2.4 Lisäominaisuuksia

Rakovalomikroskooppeihin on mahdollisuus liittää erilaisia lisälaitteita ja tutkimuksen yhteydessä voidaan käyttää myös erilaisia lisävälineitä. Näitä ovat esimerkiksi aplanaattiotometri, 60D, 78D ja 90D linssit, gonioskooppi, pachometri ja esthesiometri. (Veys ym. 2009: 18.) Mikroskooppi valmistajilta löytyy erilaisia lisälaitteita suodattimista kameroihin ja videomikroskooppeihin. Esimerkiksi Haag-Streitilta ja Zeissilta löytyy lisälaitteina kamera kuvien ottamiseen ja videomikroskooppi. (Imaging Module IM 900 n.d; Wagner 2001: 28.)

3 Ennen mikroskopoinnin aloittamista

Ennen mikroskopoinnin aloittamista tutkijan on hyvä tutustua mikroskoopin säätöihin ja toimintoihin, jotta tutkimuksen aloittaminen on sujuvaa. Asiantuntijan kuuluu hallita perusasiat valaisumuodoista ja niiden hyödyntämisestä mikroskoopitutkimuksessa. Suodattimien ja värjäysaineiden käyttö helpottaa tutkimusten suorittamista ja mahdollistaa lisätiedon saamisen tutkittavasta silmän kudoksesta. Tutkimuksessa tehdyt havainnot tulee kirjata ylös luokitusasteikkojen mukaisesti, jotta niiden kirjaaminen ja seuraaminen ovat yhtenäisiä. Tutkijan asiantunteva ja osaava käytös mikroskoopitutkimuksessa herättää asiakkaan luottamuksen.

3.1 Rakovalomikroskoopin säädöt

Mikroskoopit voidaan jakaa kahteen pääryhmään valonlähteen sijainnin mukaan: valonlähde voi olla katselujärjestelmän yläpuolella (kuvio 4) tai alapuolella (kuvio 5) (Veys ym. 2009: 16). Tutkiminen on hallitumpaa ja nopeampaa, kun tutkija on tutustunut käytössään olevaan mikroskooppiin ennen tutkimisen aloittamista.

Kuviossa 4 on nimetty mikroskoopin säädöt valonlähteen (1.) ollessa katselujärjestelmän yläpuolella. Tällöin valokuovan korkeudensäätö (2.) löytyy mikroskoopista ylhäältä läheltä valonlähdettä ja leveydensäätö (4.) löytyy alemmaa poikkeuksen vierestä. Poikkeutus tarkoittaa, että mikroskooppi ja valaisujärjestelmä eivät ole tarkennettuna samaan kohtaan. Sen paikka vaihtelee eri mikroskoopeissa tai sitä ei ole lainkaan. Kuvion 4 mikroskoopissa poikkeutus (3.) saadaan aikaan kiertämällä poikkeuksen lukitusnappula auki ja kääntämällä manuaalisesti valokuova sivuun.



1. Valonlähde
2. Valojuovan korkeudensäätö
3. Poikkeutus
4. Valojuovan leveydensäätö

Kuvio 4. Haag-Streit mikroskooppi ja sen perussäädöt valonlähteen ollessa ylhäällä (Ketola - Pohjasniemi - Silvasti 2014).

Kuviossa 5 esitellään mikroskoopin säätöjä valonlähteen ollessa katselujärjestelmän alapuolella. Valojuovan leveyden (1.) ja korkeuden (2.) säädöt löytyvät tällöin alhaalta, läheltä valonlähdettä (4.) samoin kuin poikkeutus. Tässä mikroskoopissa poikkeutus (3.) saadaan aikaan kiertämällä poikkeutusnappulaa, jolloin valojuova siirtyy automaattisesti sivuun.



1. Valojuovan leveydensäätö
2. Valojuovan korkeudensäätö
3. Poikkeutus
4. Valonlähde

Kuvio 5. Zeissin mikroskoopi ja sen perussäädöt valonlähteen ollessa alhaalla (Ketola ym. 2014).

3.1.1 Tutkittavan asettaminen

Mikroskoopin säätöjen lisäksi on hyvä huomioida myös muutama asia ennen mikroskoopinnin aloittamista. Asiakkaat ovat eri-ikäisiä ja -pituisia ja jokaiselle pitää löytää mukava asento tutkimuksen ajaksi. Esimerkiksi pyörätuolissa oleva asiakas tulee siirtää tutkimustuoliin, tai jos tämä ei onnistu, tulee mikroskooppipöytä laskea mahdollisimman alas pyörätuolin tasolle ja tehdä tutkimus tältä korkeudelta. Lapsi yleensä seisoo mikroskoopin edessä tai on polvillaan tuolilla, jolloin hänet saadaan oikealle tutkimuskorkeudelle. (Lee – Shaw – Stollery 2010: 12.) Kuviossa 6 esitellään mikroskoopin säätöjä asiakkaan asettamista varten. Kun oikea tutkimuskorkeus löydetään, asiakasta pyydetään laittamaan leuka leukatukeen (3.) ja otsa kiinni otsapantaan (1.) (Khurana 2008: 354). Kun asiakkaalla ja tutkijalla molemmilla on mukava asento, voidaan aloittaa mikroskopiointi tarkentamalla okulaarit.



1. Otsatuki
2. Cantus-merkki
3. Leukatuki
4. Leukatuen korkeudensäätö

Kuvio 6. Mikroskoopin säätöjä (Ketola ym. 2014).

3.1.2 Okulaarien säätäminen

Okulaarit voidaan tarkentaa tarkennussauvan avulla tai tarkentamalla kapea valojuova esimerkiksi asiakkaan silmäluomeen (Doshi – Harvey 2003: 28). Mikroskoopin okulaarit säädetään erikseen, jotta vältetään refraktiivisilta virheiltä ja sen jälkeen säädetään vielä silmäterävväli (Hirji – Morris n.d.: 3). Okulaarit kierretään vastapäivään mahdollisimman pitkälle ja keskiöväli levitetään maksimiin. Sitten monokulaarisesti katsoen okulaaria kierretään myötäpäivään, kunnes kuva tarkentuu ensimmäisen kerran, jolloin pysähdytään. Akkommodaation aktivoimisen takia okulaaria ei kierretä edestakaisin. Sama toistetaan toiselle okulaarille ja lopuksi säädetään keskiöväli mukavaksi binokulaariseen katseluun. (Doshi – Harvey 2003: 28.) Jos tutkija käyttää silmälaseja mikroskopoidessa, okulaarien päässä olevat kumiset tuubit työnnetään sisäänpäin. Näin varmistetaan, että pintaväli pysyy vakiona. Ilman silmälaseja mikroskopoidessa okulaarien tuubit vedetään itseä kohti. (Paavilainen 2014.)

3.1.3 Tutkittavan ohjeistaminen

Asiakasta ohjeistetaan pitämään otsa kiinni otsatuessa ja tehdään viimeinen hienosäätö pään korkeuteen säätämällä leukatuen korkeudensäätöä, jotta silmät olisivat tarvit-

tavalla tasolla. Asiakkaan silmäkulma tulee olla cantus -merkin kohdalla, joka sijaitsee otsatuen tukipilarissa. Asiakasta pyydetään katsomaan suoraan eteenpäin. Jos fiksaatiokohde on mahdollinen, sitä voidaan katsoa toisella silmällä, jotta toisen silmän asento pysyy kontrolloituna. Tämän jälkeen voidaan aloittaa silmien tarkastelu eri valaisumenetelmillä. (Hirji – Morris n.d.: 3.)

3.2 Suodattimet

Useimmista mikroskoopeista löytyy valmiina erilaisia suodattimia ja niitä voi myös ostaa tarpeen mukaan. Suodattimien tarkoitus on yleensä parantaa näkyvyyttä eri tutkimustilanteissa. (Efron 2001: 3.) Yleisimmät mikroskoopissa valmiina olevat suodattimet ovat vihreä eli puna-vapaa, koboltinsininen ja harmaa suodatin. Puna-vapaa suodatin parantaa kontrastia katsottaessa sarveiskalvon ja iiriksen vaskularisaatiota, jolloin punaiset suonet näkyvät mustana vihreän suodattimen läpi. Lisäksi se parantaa näkyvyyttä sarveiskalvolla ja sidekalvolla Rose Bengal -väriaineen käytön yhteydessä. Koboltinsinistä suodatinta käytetään fluoresiinitutkimuksissa. Sarveiskalvon vaurioituneet alueet imevät fluoresiinia ja näkyvät yleistä sinistä taustaväriä vasten vihreänä. Suodatinta on käytetty myös apuna keratokonuksen diagnosointiin. Harmaa suodatin vähentää valonjuovan kirkkautta ja lisää näin asiakkaan mukavuutta. (Efron 2001: 3.)

Valoa hajottava diffuuseri sekä kelta- ja infrapunasuodattimet voivat olla mikroskoopin vakiovarusteena tai ne voidaan hankkia. Diffuuseria käytetään silmän etuosan ja silmäluomien yleiseen tarkasteluun. Diffuuserin voi helposti tehdä itse valoa sirottavasta materiaalista, esimerkiksi ohuesta käsipaperista. (Doshi – Harvey 2003: 34.) Jos keltasuodatin on erillinen, sijoitetaan se tarkastelujärjestelmän eteen. Keltasuodatin parantaa huomattavasti fluoresiivärjäymien kontrastia tarkasteltaessa koboltinsinisellä suodattimella. (Efron 2001: 3.) Se parantaa myös kontrastia ja helpottaa löytämään pieniä virhemuodostumia, joita ei ilman suodatinta näkyisi (Efron 2001: 3- 4).

Infrapunasuodatin ei ole yleensä lisävaruste, vaan se on enemminkin sisällytetty mikroskoopin perusjärjestelmään. Infrapunasuodatin vähentää valonlähteestä tulevaa lämpöä. Infrapunasuodatinta käytetään yleensä lisäämään potilaan mukavuutta. (Doshi – Harvey 2003: 34.) Polarisaatiosuodatin on aina lisävaruste. Se vähentää ei-toivottua peiliheijastusta ja voi tehostaa vaikeasti havaittavien vaurioiden näkyvyyttä. (Efron 2001: 3.)

3.3 Valaisumenetelmät

3.3.1 Suorat valaisumenetelmät

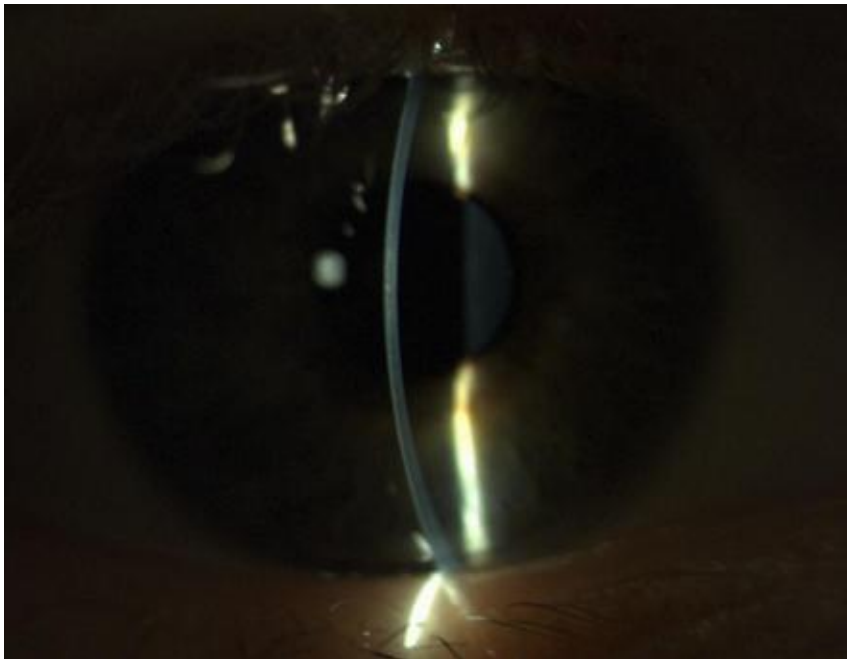
Suorassa valaisussa (direct illumination) valojuova ja mikroskooppi ovat tarkennettu samaan kohteeseen. Vaihtelemalla valojuovan leveyttä, suurennuksen suuruutta sekä valaisujärjestelmän ja mikroskoopin välistä kulmaa, voidaan siirtyä silmän etuosan yleiskuvasta kolmiulotteeseen optiseen leikkaukseen sarveiskalvosta, etukammioista tai mykiöstä. (Edwards – Logan – Rosenfield 2009: 263.) Suora valaisu on yleisin menetelmä tarkastellessa silmän etuosaa ja silmää suojaavia kudoksia (Hirji – Morris n.d.: 4). Suoralla valaisulla tutkiessa silmän läpinäkyviä rakenteita käytetään kolmea valojuovan eri muotoa: optista leikkausta, paralleelivaloa ja valotietä (Khurana 2008: 355).

Paralleelivalo (parallelpiped) on yleisin ja tärkein tarkastelumuoto. Valojuova on palkin muotoinen ja yleensä sarveiskalvon paksuuden levyinen, noin 1 - 2 mm. (Edwards ym. 2009: 263.) Palkkia leventämällä nähdään enemmän sarveiskalvon pintaa, epiteeliä ja kyynelnestettä ja kaventamalla päästään sarveiskalvon syvempiin osiin. Valoa kavennettaessa valon intensiteettiä voidaan kasvattaa. (Doshi – Harvey 2003: 40.)

Optinen leikkaus (optical section) syntyy, kun paralleelivalo kavennetaan mahdollisimman ohueksi eli noin 0.1 - 0.2 mm (Efron 2001: 6). Kun valojuova on kavennettu, säädetään valon kirkkaus maksimiinsa, jotta juova olisi tarkka. Olemme havainnoineet, että mikroskoopin ja valaisujärjestelmän välinen kulma vaihtelee tutkittavan kohteen mukaan noin 60 asteesta lähelle nollakulmaa. Myös suurennuksen suuruus riippuu siitä mitä halutaan tarkastella. (Doshi – Harvey 2003: 30.) Optisella leikkauksella voidaan tarkastella muun muassa mykiötä, vieraan esineen syvyyttä ja arpia sarveiskalvolla sekä värjäytyneen kudoksen ulkonäköä (Efron 2001: 7).

Kun esimerkiksi sarveiskalvolla oleva löydös on havaittu pinta-alaa havainnollistavalla paralleelivalolla, voidaan löydöksen syvyyttä arvioida kaventamalla valojuova optiseksi leikkaukseksi. Optisella leikkauksella (kuvio 7) voidaan havaita sarveiskalvon epiteeli, strooma ja endoteeli. Etuosan kirkas nauhamainen osa on kyynelnestekerrosta ja epiteeliä, takaosan kirkas osa on endoteeliä ja paksumpi, himmeä nauhamainen osa näiden kahden kirkkaan kerroksen välissä on stroomaa. (Edwards ym. 2009: 263 - 264.) Optinen leikkaus mahdollistaa sarveiskalvon paksuuden muutoksen tarkkailun, esimerkiksi keratokonus potilailla, sekä sarveiskalvon arpien, hankaumien ja roskien katselun.

Optisella leikkauksella pystytään myös arvioimaan etukammion syvyys van Herick -menetelmän avulla. (Edwards ym. 2009: 264.)



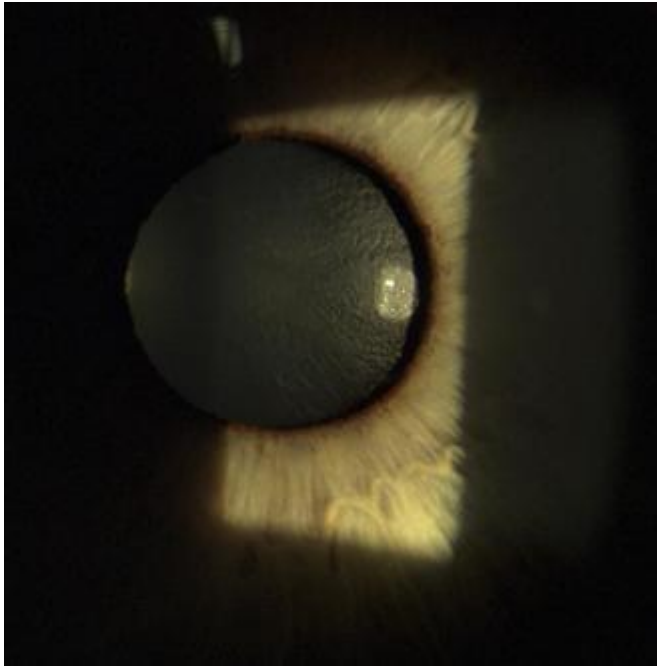
Kuvio 7. Optinen leikkaus valon tullessa temporaalipuolelta, kun tutkitaan oikeaa silmää (Keto-la ym. 2014).

Valotie on sarveiskalvolta mykiölle ulottuva valaistu käytävä. Valotiellä tutkitaan, onko etukammio terve. (Khurana 2008: 357.) Havainnoimme tutkimuksessa parhaaksi valokuovan korkeudeksi noin 3 mm ja leveydeksi 0.5 mm ja valo tulee temporaalisesti 60 asteen kulmassa. Tutkimushuone tulee pimentää ja valotie tarkennetaan ensin sarveiskalvon keskiosaan siten, että se voidaan havaita pupillin tummaa taustaa vasten. Sen jälkeen tarkennusta kuljetetaan ”valoputkea” pitkin kohti etukammiota. (Edwards ym. 2009: 264; Eperjesi 2013: 9.)

Rakovalomikroskoopeissa on yleensä valmiiksi kiinnitetty maitolasi, diffuuseri, joka pehmentää valon. Diffuuseri hajottaa valon, jolloin pienellä suurennuksella (6 - 10x) voidaan tutkia koko silmän etuosaa. (Efron 2001: 5.) Yleistarkasteluun käytetään leveää ja kirkasta valokuovaa. Diffuuseri asetetaan paikoilleen ennen valopalkin siirtämistä asiakkaan silmään. Valaisua käytetään yleensä piilolinssi sovituksessa sekä ulkoisten silmäluomien ja sidekalvon tutkimisessa. (Efron 2001: 5; Hirji – Morris n.d.: 3.)

Peiliheijasteella (specular reflection) tutkitaan kyynelnestettä, sarveiskalvon endoteeliä ja mykiön etupintaa (kuvio 8). Peiliheijasteessa käytetään usein paralleelivaloa. (Efron

2001: 9.) Jotta peiliheijaste syntyy, tulee valaisu- ja katselujärjestelmien kulmien olla samat. Tarkastelu tapahtuu heijastuneen valon suunnasta ja peiliheijaste heijastuu takaisin vain toiseen okulaariin. (Efron 2001: 9.) Valaisu- ja tarkastelujärjestelmän välinen kulma ei ole vakio, koska silmän pinta on kaareva. Kaarevuuden takia kulmaa joudutaan suurentamaan tai pienentämään peiliheijasteen saavuttamiseksi. Tarkastelujärjestelmää joudutaan toisinaan liikuttamaan suorasta katselulinjasta sivuun, jotta valaisu- ja tarkastelujärjestelmän välinen kulma pysyy samana. (Paavilainen 2014.)



Kuvio 8. Mykiön ”appelsiininkuorimainen” etupinta peiliheijasteella (Ketola ym. 2014).

3.3.2 Epäsuorat valaisumenetelmät

Epäsuorassa valaisussa (indirect illumination) valojuova suunnataan tarkasteltavan alueen vieressä olevaan kudokseen. Tämä mahdollistaa sellaisten sarveiskalvon osien tarkastelun, joita ei voida suoralla valaisulla nähdä. (Khurana 2008: 357.) Epäsuora valaisu saadaan aikaan poikkeuttamalla mikroskooppi ja manuaalisesti siirtämällä valojuova sivulle pois yhteisestä tarkennus kohdasta. Epäsuora valaisu saadaan aikaan myös ilman poikkeutusta. Tällöin valojuova tarkennetaan sarveiskalvolle tutkittavan alueen viereen ja katsotaan valaistun alueen vieressä olevaa aluetta. Tämä tekniikka on erityisen hyödyllinen kun tarkastellaan sarveiskalvon mikrokystiä, vakuoleja ja infiltraatteja sekä epiteelin soluja. (Khurana 2008: 358.)

Kokonaisheijastusvalaisussa (sclerotic scatter) kirkas paralleelivalo tarkennetaan ensin sarveiskalvon keskelle. Sen jälkeen paralleelivalo poikkeutetaan, jolloin valojuova osuu limbukselle. (Doshi – Harvey 2003: 41; Efron 2001: 10.) Valaisujärjestelmä on alussa noin 45 asteen kulmassa mikroskooppiin nähden ja kulmaa muuttamalla suuremmaksi, noin 60 asteeseen, saadaan sarveiskalvoa ympäröivä valorengas. Valo läpäisee normaalin sarveiskalvon esteettä. (Efron 2001: 11.)

Vastavalaisussa (retroillumination) valo suunnataan tarkasteltavan alueen takana tai toisella puolella olevaan rakenteeseen. Takana olevaa rakennetta käytetään peilinä valaisemaan se osa silmää mitä tarkastellaan. (Elkington – Frank – Greaney 2006: 199.) Näin voidaan tutkia esimerkiksi sarveiskalvoa vastavalaisulla valaisemalla värikalvoa ja tutkimalla sarveiskalvoa siitä heijastuvassa valossa (Khurana 2008: 358). Havaitsimme parhaaksi aloittaa tutkimus pienellä suurennuksella, 16x. Tarkasteltaessa oikean silmän nasaalipuolen limbusta, tulee valo poikkeuksellisesti temporaalipuolelta ja mielestämme paras kulma on noin 45 astetta. Tutkittaessa temporaalipuolta, valo tulee nasaalipuolelta (kuvio 9).



Kuvio 9. Kuvassa tutkitaan oikean silmän limbaalista verisuonitusta suorassa vastavalossa valon tullessa nasaalipuolelta (Ketola ym. 2014).

Vastavalaisulla voidaan tutkia esimerkiksi limbaalista uudisverisuonitusta, epiteelin mikrokystia, arpia ja pigmenttiä (Efron 2001: 11; Khurana 2008: 358). Tarkasteltava alue saatetaan nähdä valaistua taustaa vasten (suora vastavalaisu) tai tummaa taustaa vasten (epäsuora vastavalaisu), riippuen mikroskoopin ja valaisujärjestelmän välisestä

kulmasta (Khurana 2008: 358). Limbaalinen uudisverisuonitus näkyy tummempana valaistua taustaa vasten samoin kuin arvet ja epiteelin mikrokystat (Efron 2001: 11).

Vastavalaisussa mikroskooppia ja valaisujärjestelmää ei tarvitse aina poikkeuttaa. Poikkeutus on tarpeellinen vain silloin kuin tarkasteltava alue on lähellä sarveiskalvon keskiosaa, kulma mikroskoopin ja valaisujärjestelmän välillä on suuri, suurennus on suuri ja kun valojuova on kapea. Kun kulma mikroskoopin ja valaisujärjestelmän välillä on pieni ja tarkasteltava alue lähellä limbusta voidaan sarveiskalvoa katsella vastavalaisulla ilman poikkeutusta. (Doshi – Harvey 2003: 31.)

3.4 Värjäysaineet

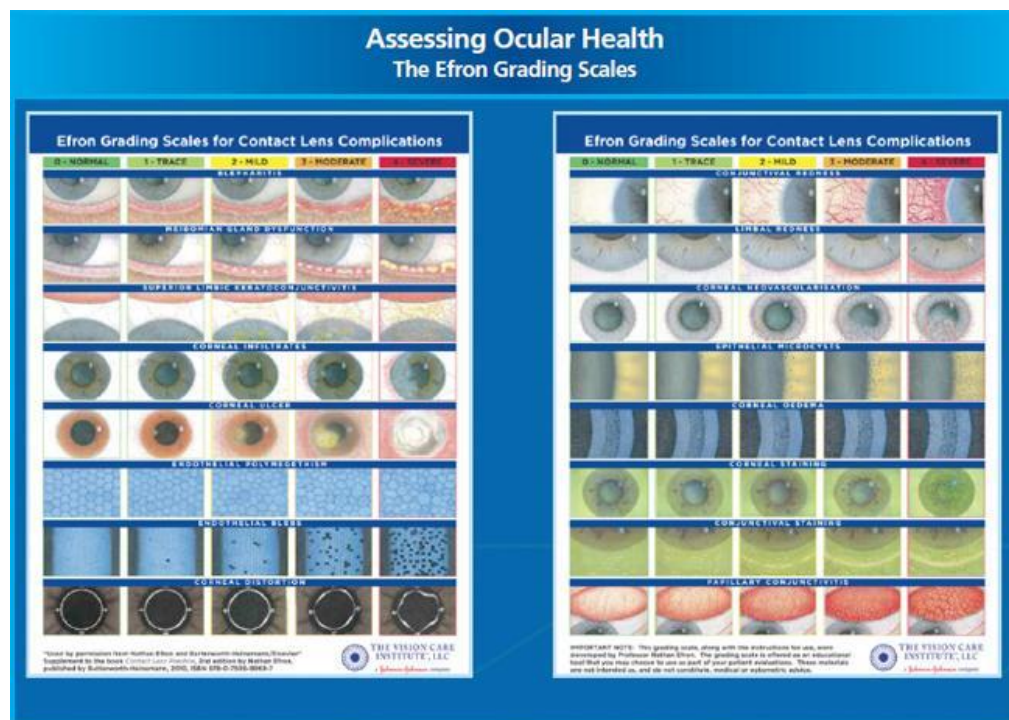
Rakovalomikroskooppitutkimuksissa käytettyjä värjäysaineita on useita. Natriumfluoresiini on yleisin soluväriaine, jota käytetään sarveiskalvo- ja sidekalvovaurioiden tutkimuksissa. (Kivelä 1998.) Fluoresiini on pH-indikaattori, joka paljastaa side- ja sarveiskalvon epiteelien vauriokohdat. Fluoresiinipaperiliuska kostutetaan suolaliuokseen ja kostutetulla liuskalla kosketetaan alaluomen sisäreunaa, jonka jälkeen tutkittava räpyttelee muutaman kerran. Sen jälkeen silmää valaistaan valkoisella valolla tai käyttäen sinistä suodatinta, jolloin mahdolliset epiteelimuutokset näkyvät. Fluoresiini nähdään vihreänä ja silmän muut osat sinisinä. (Doshi – Harvey 2003: 39; Kari 2009: 848.) Keltasuodatinta voidaan käyttää lisäksi vielä parantamaan fluoresiinvärjäyksen kontrastia (Doshi – Harvey 2003: 39).

Lissaminevihreä väriaine värjää hyvin kuolleet solut ja musiinin sidekalvolla ilman kirvelevää vaikutusta. Normaali silmä ei värjäydy lissaminevihreällä. Käyttämällä mikroskoopin puna-vapaa suodatinta voidaan tutkia värjäymäkohtia. (Davies – Meyler – Veys 2007: 34; Doshi – Harvey 2003: 39)

Rose Bengal -värjäysainetta käytetään silmän pinnan sairauksien, kuten tulehduksien, diagnosoinnissa. Se paljastaa kuolleen tai vioittuneen silmän pinnan epiteelin ja musii- nikerroksen. Väriaine aiheuttaa usein ärsytystä silmän pinnalla kuivissa silmissä. Ärsytyksen vähentämiseksi on tutkimuksissa käytettävä mahdollisimman pientä määrää väriainetta. (Doshi – Harvey 2003: 39; Kanski 2003: 59 - 60.)

3.5 Silmän terveydentilan arviointi luokitusasteikoilla

Tutkimustulokset ja havainnot silmän terveydentilan arvioinnista tulee ilmoittaa jonkin luokitusasteikon mukaan. Luokitus tulee myös ilmoittaa tulostenkirjauksessa, jolloin tiedetään, mihin tutkija on verrannut tuloksiaan. Luokituksia on useita, mutta niissä arvioidaan samoja asioita, kuten sidekalvoa, limbaalista ja tarsiasilta punoitusta, sarveiskalvon uudissuonitusta ja sarveiskalvon värjäytymistä (kuvio 10). Asteikot ovat yleensä 0 - 4 tai 1 - 4. Asteikon pienin luku kuvaa normaalia terveydentilaa. (Efron 2010: 459; Paavilainen 2014).



Kuvio 10. Efronin luokitusasteikko (Evolving practice trends & the value of building a successful 1-day practice 2012).

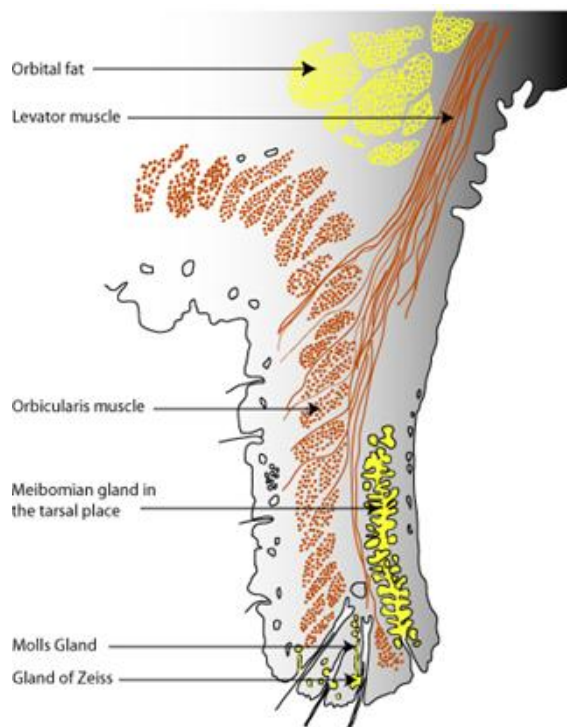
4 Silmän etuosan rakenne ja tutkiminen

Mikroskooppitutkimuksessa on tunnettava tutkittavan silmän kudokset, jotta silmän rakenteiden normaalia toimintaa voidaan arvioida. Kaikki pohjautuu silmän anatomiaan ja sen ymmärtämiseen. Tässä osiossa käydään läpi silmän etuosan anatomiaa rakenne kerrallaan silmäluomista kohti mykiötä ja sama järjestys toistuu verkko-oppaassa. Jokaisesta anatomiaosuudesta seuraa ohjeet kyseisen rakenteen tutkimisestä mikroskooppilla.

Ohjeet perustuvat sekä lähdetietoihin että omiin havaintoihimme tutkimuksen aloittamisesta ja etenemisestä. Ohjeissa on pyritty selostamaan tarkasti ja yksityiskohtaisesti valonlähteen ja mikroskoopin välinen kulma, suurennus, valaisumuoto sekä mahdollisesti myös valajuovan korkeus ja leveys.

4.1 Silmäluomet

Silmäluomet (palpebrae) suojaavat silmää auringonvalolta ja mahdollisilta ulkoisilta vaurioita aiheuttavilta objekteilta sekä levittävät kyynelkalvon silmän pintaan. Silmäluomet (kuvio 11) muodostuvat ihosta, sileästä poikkijuovaisesta lihaskudoksesta ja sidekudoksesta. Silmäluomessa on viisi kerrosta, jotka ovat pinnasta kohti silmää katsottaessa iho, ihonalaiskudos, kehälihas, luomituki (tarsus) ja sidekalvo. Luomien väliin jäävä rakoja kutsutaan luomivaoksi ja luomien yhtymäkohdat ovat silmäkulmia. Sisemmässä silmäkulmassa sijaitsee kyynellisäke, joka on kolmikulmainen limakalvouloke. (Patel 2013; Vesti 2011: 94 - 95.)



Kuvio 11. Silmäluomen rauhaset (Eyelids Anatomy n.d.).

Luomireunassa olevan harmaan juovan (gray line) kohdalla silmäluomen iho muuttuu sidekalvoksi. Harmaan juovan etupuolella sijaitsevat ripset (cilia) ja takaosassa luomi-

tuki. Ripsiä on yläluomessa noin 100 - 150 ja alaluomessa noin 50 - 75 kappaletta ja niiden asento sekä kasvusuunta määräytyvät luomituen ja kehälihaksen asennosta. Luomen sisänurkassa sijaitsee kyynelnysty, jonka päässä on kyynelpiste, joka normaalisti on kääntyneenä silmämunaa vasten. Luomireunaan avautuvat talia erittävät Meibomin rauhaset, joita yläluomessa on noin 30 ja alaluomessa noin 20 kappaletta. Meibomin rauhasen rauhaskäytävien aukot voidaan nähdä rakoalomikroskoopilla. Silmäripsien yhteydessä olevat talirauhaset ovat erikoistuneet Zeissin rauhasiksi, joiden eritteet hoitavat ja suojaavat ripsiä sekä niiden karvatuppia. Zeissin rauhasen vieressä sijaitsevat erityisen suuriksi kehittyneet hikirauhaset, Mollin rauhaset, jotka myös erittävät rasvaansa silmäripsiin. Silmäluomien rauhasen sijaintia kuvataan kuviossa 11. (Kanski 2003: 2; Vesti 2011: 94 - 95.)

4.1.1 Silmäluomien tutkiminen

Luomet tutkitaan ensin ulkopuolelta suoralla diffuusilla valaisulla tai leveällä juovalla ja pienellä valon intensiteetillä, jos mikroskoopissa ei ole diffuuseria. Jotta asiakas ei häikäistyisi, kannattaa valaistuksen säätö tehdä asiakkaan nenää vasten. Havainnoimme, että tutkittaessa diffuusilla valolla ei valon kulmalla ole suuresti väliä. Temporaalisesti valon sopii olla noin 30 - 40 asteen ja nasaalisesti noin 15 - 20 asteen kulmassa. Havaitimme, että suurennukseksi silmäluomia tutkittaessa sopii pieni, noin 6 - 10x suurennus, ja asiakkaan silmät kannattaa aluksi luomia tutkittaessa olla kiinni. Luomien ulkopinnoilta etsitään mahdollisia epänormaaliuksia, kuten tulehduksia tai näärännäppyjä (Doshi – Harvey 2003: 36 - 37). Ulkopintojen jälkeen asiakasta pyydetään avaamaan silmät ja tutkitaan asiakkaan silmäluomien luomireunat, ripset ja silmäkulmat Meibomin rauhasen tukkeumien tai luomireunan tulehtumien varalta. Viimeiseksi vedetään asiakkaan alaluomea alaspäin ja mikroskopoidaan alaluomen sisäpuoli. Myös yläluomi käännetään sidekalvon tutkimista varten, mutta luomenkääntö ja luomen alaisen sidekalvon tutkiminen tulisi suorittaa vasta kyynelkalvon tutkimisen jälkeen, jotta mahdollinen refleksikyynelehtiminen ei sotkisi kyynelnesteen koostumusta. (Doshi – Harvey 2003: 36 – 37; Veys ym. 2009: 43.)

4.1.2 Luomenkääntö

Silmäluomenkääntö tulee suorittaa piilolinssitarkastuksen yhteydessä, jolloin luomen sisäpinnan sidekalvolta etsitään merkkejä mahdollisista papilloista tai follikkeleista.

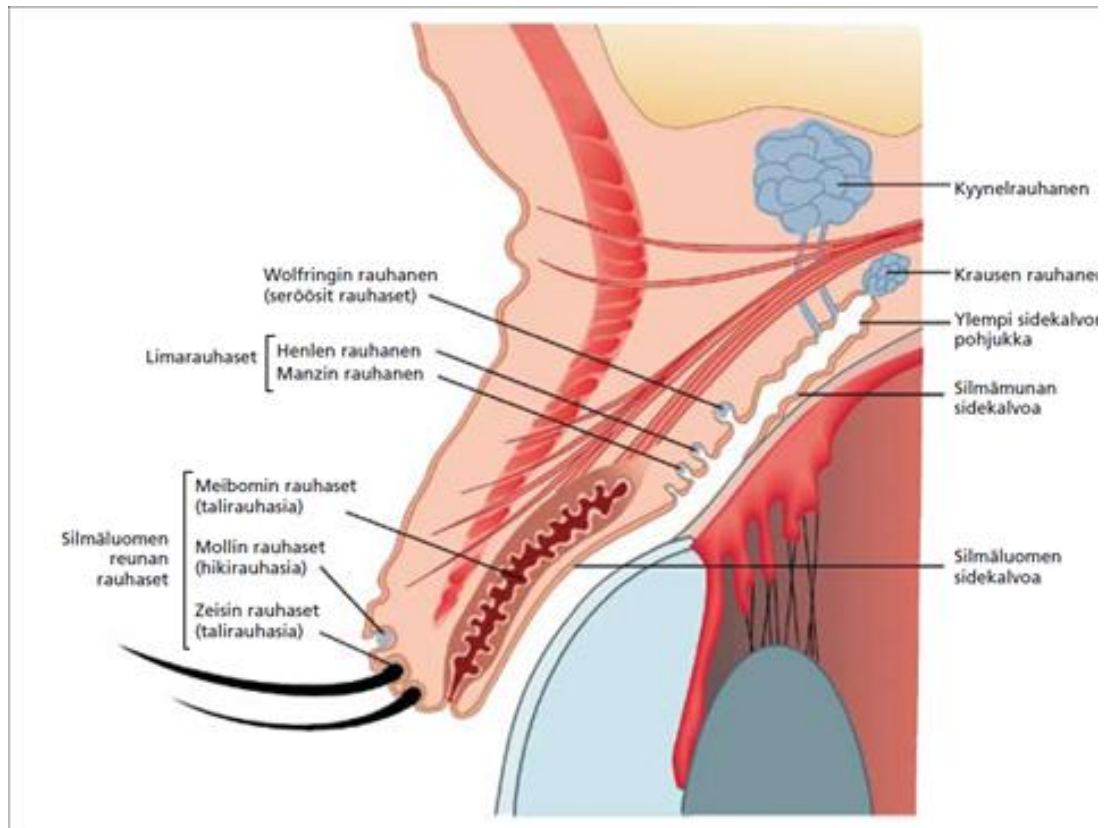
Luomen voi kääntää omaa peukaloa tai vanupuikkoa hyödyntäen. Asiakasta pyydetään aluksi katsomaan alaspäin ja samalla kohotetaan sormella tai vanupuikolla asiakkaan luomea, jotta saat ripsien tyvestä tukevan otteen. Tämän jälkeen asetetaan peukalo tai vanupuikko asiakkaan nenänpuoleiselle silmäluomelle ja nostetaan silmäluomi ylösalaisin (kuvio 12). Kun silmäluomen sisäpinta on tutkittu, vedetään luomea hieman ylöspäin, ja asetetaan se varovasti takaisin paikoilleen. (Doshi – Harvey 2003: 38.)



Kuvio 12. Käännetty yläluomi, jossa näkyy klo 13 suunnassa Meibomin rauhasen tukkeuma (Ketola ym. 2014).

4.2 Kyynelelimet

Kyynelelimiin kuuluvat kyynelnestettä muodostavat kudokset eli pääkyynelrauhaset ja lisäkyynelrauhaset, kyynelkalvo ja kyynelnesteen poistumisesta vastaavat kyyneltiet eli kyynelpiste, kyyneltiehyt, kyynelpussi ja kyynelkanava (kuvio 13). Kyynelelimien tehtävä on pitää silmän pinta kosteutettuna ja kyynelkalvo tasaisena (Forrester ym. 1999: 154; Holopainen – Tuisku 2011: 112).



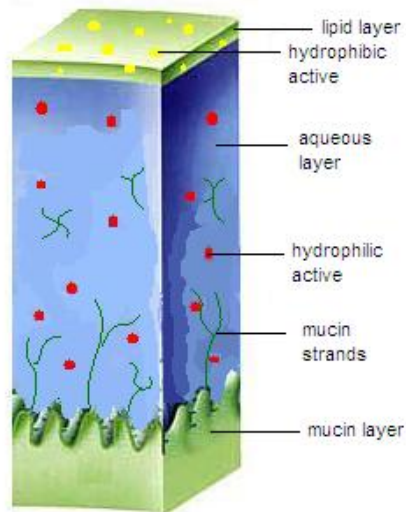
Kuvio 13. Kyynelelimet kuvattuna poikkileikkauksena silmän yläluomesta (Kari 2009: 848).

4.2.1 Kyynelneste

Kyynelnestettä muodostuu silmäkuopan ylätemporaaliosassa sijaitsevassa kyynelrauhasessa sekä Krausen ja Wolfringin lisäkyynelrauhasissa. Kyynelrauhanen eritystiehyet avautuvat sidekalvopohjukan ylätemporaaliseen osaan, josta kyynelneste levittäytyy silmän pinnalle tasaiseksi kerrokseksi painovoiman ja luomien räpytyksen seurauksena. Lisäkyynelrauhaset muodostuvat 5 - 10 suuremmasta Wolfringin lisäkyynelrauhasesta, jotka sijaitsevat tarsuksen eli yläluomen luomituen kohdalla. Pieniä Krausen sidekalvon yläpohjukan temporaaliosassa sijaitsevia lisäkyynelrauhasia on 20 - 30 kappaletta. (Holopainen – Tuisku 2011: 112.)

Silmän etuosan pinnalla olevan kyynelneste muodostuu kolmesta kerroksesta (kuvio 14): lipidi- eli öljykerroksesta, vesikerroksesta ja musiini- eli limakerroksesta. Lipidikerros muodostuu pääosin silmäluomen takareunaan laskevissa Meibomin rauhasissa ja Zeissin talirauhasissa, jotka laskevat ripsien tyveen. (Kari 2009: 846.) Lipidikerros estää kyynelnesteen liiallista haihtumista, valumisen luomireunan yli sekä lisää pintajänni-

tettä. Lipidikerros myös kostuttaa silmäluomia. Vesikerros muodostuu kyynelrauhases-
sa ja lisäkyynelrauhasessa ja sisältää musiinia. Musiinikerros erittyi sidekalvon pika-
risoluista ja lisäksi sarveiskalvon epiteelisolut muodostavat myös itse epiteelin solukal-
voille kiinnittynyttä musiinia. (Forrester ym. 1999: 156 - 157.) Musiini alentaa pintajänni-
tystä ja mahdollistaa kyynelneesten tasaisen leviämisen sarveis- ja sidekalvon pinnalle.
Musiini suojaa myös ensimmäisenä vauriokohdat silmän pinnalla ja toimii vasta-
aineiden varastona. (Holopainen – Tuisku 2011: 112 - 113.)



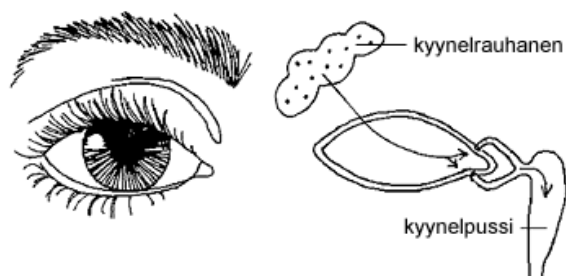
Kuvio 14. Kyynelneesten rakenne (Aston University n.d.).

Kyynelneeste on ensimmäinen valoa taittava kerros silmässä ja siksi sen häiriöt huonon-
tavat näöntarkkuutta. Kyynelkalvolla tasoittaa sarveiskalvon etupinnan epätasaisuudet,
tuo happea ja ravinteita sarveiskalvon ja sidekalvon epiteeleille, huuhtelee vierasesi-
neet ja kuona-aineet, suojaa silmiä infektioilta ja estää mikrobien kasvua. Lisäksi kyy-
nelneeste toimii luomien, sidekalvon ja sarveiskalvon liukasteena ja edistää kasvuteki-
jööidensä avulla sarveiskalvo naarmujen paranemista. (Forrester ym. 1999: 154 - 155;
Holopainen – Tuisku 2011: 113.)

4.2.2 Kyyneltiet

Kyyneltiet (kuvio 15) hoitavat ilmaan haihtumisen ohella ylimääräisen kyynelneesten
poistamisen silmästä. Silmästä poistuu nestettä haihtumalla, johon vaikuttavat luomi-
vaon koko, räpytystiheys, ympäristön lämpötila ja ilmankosteus. Räpyttely ja painovoii-
ma ohjaavat kyynelneestettä silmässä kohti ylä- ja alaluomen sisäkulmissa sijaitsevia

kyynelpisteitä ja kyynellampea. Kyynelpisteistä kyynelneste pumpputuu kehälihaksen räpyttelyä aiheuttavan supistelun avulla ylä- ja alakyyneltiehyihin. Alatiehyihin kulkeutuu noin 70 % kyynelistä. Kyyneltiehyistä kyynelneste matkaa kyynelpussin kautta kyynelkanavaan. Kyynelkanava johtaa ylimääräisen nesteen nenäonteloihin. (Holopainen – Tuisku 2011: 114; Kanski 2003: 44.)



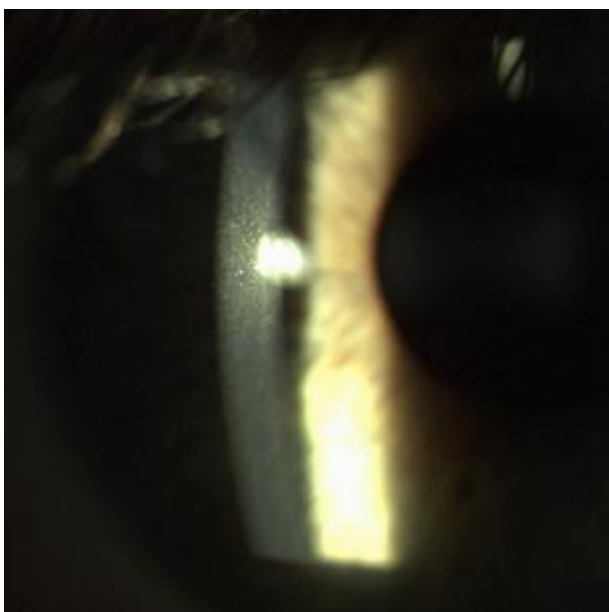
Kuvio 15. Kyyneltiet (Luomien ja kyynelteiden rakenne n.d.).

4.2.3 Kyynelnesteen tutkiminen

Kyynelnesteen määrää ja laatua voidaan tutkia monella eri tekniikalla. Pyrkimys olisi tutkia asiakkaan kyynelfilmiä silmän pinnan mahdollisimman vähällä kosketuksella, jotta kyynelfilmin koostumus säilyisi mahdollisimman alkuperäisessä tilassa. Kyynelnesteestä voidaan tutkia sekä nesteen laatua että nesteen määrää. Mahdolliset epänormaalit tekijät ovat usein molemmissa silmissä. (Efron 2010: 358 - 359; Doshi - Harvey 2003: 39.)

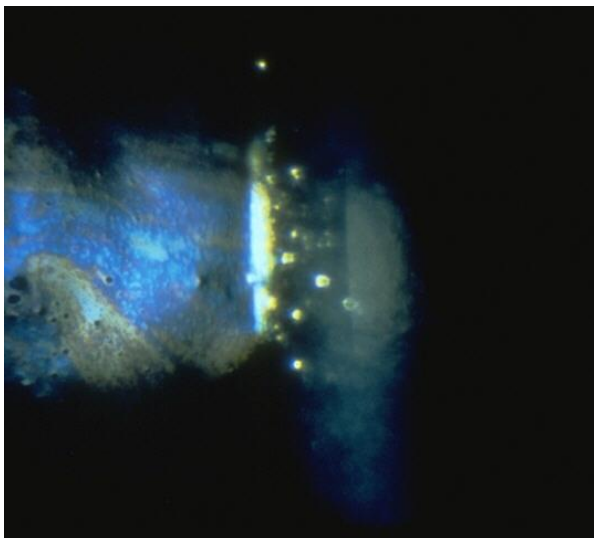
Peiliheijastetta käytetään tutkimaan kyynelfilmin partikkeleita ja kyynelnesteen öljyisyyttä (Efron 2010: 357). Tarkempaa tietoa peiliheijasteesta on sivulla 15. Havaitsimme helpoimmaksi aloittaa tutkimus 16x suurennuksella, jotta peiliheijasteen kohta havaitaan helpommin. Suurennuksen voi vaihtaa isompaan, kun peiliheijaste on löydetty. Valonlähde asetetaan noin 30 - 55 asteen kulmaan riippuen siitä, mitä kohtaa silmän pinnasta tutkitaan, jotta valonlähteen haittaheijaste saadaan näkyviin. Tutkimus suoritetaan paralleelilla valolla. Valojuova asetetaan haittaheijasteen päälle ja tarkennus haetaan pienillä liikkeillä kyynelnesteen pintaan. Kyynelnesteen partikkeleiden määrää tutkittaessa tarkastellaan haittaheijasteen viereistä aluetta. Tutkittavaa pyydetään räpyttämään muutaman kerran ja samalla seurataan partikkelien liikettä kyynelnesteessä. Partikkelien suuri määrä (kuvio 16), mahdolliset musiinirihmat sekä partikkelien

hidas ja vähäinen liike räpytettäessä viittaavat kuivasilmäisyyteen. (Efron 2010: 357; Veys ym. 2009: 46 - 47.)



Kuvio 16. Kyynelnesteen partikkelit ja öljyisyys (Ketola ym. 2014).

Kun partikkelien määrä ja liike on tutkittu peiliheijasteella, asetetaan peiliheijasteen eteen diffuuseri. Diffuuserin avulla nähdään kyynelnesteen öljykerros peiliheijasteesta helpommin. Öljykerroksen kuvion perusteella voidaan arvioida öljykerroksen paksuutta ja laatua pintakuvion avulla. Epänormaali lipidikerros sekoittuu huonosti aiheuttaen aaltokuviota ja normaalia paksumpi värikkäitä interferenssejä (kuvio 17). Normaali lipidikerros näyttää tasaisemmalta ja yksivärisemmältä. (Efron 2010: 27; Veys ym. 2009: 46 - 47.)



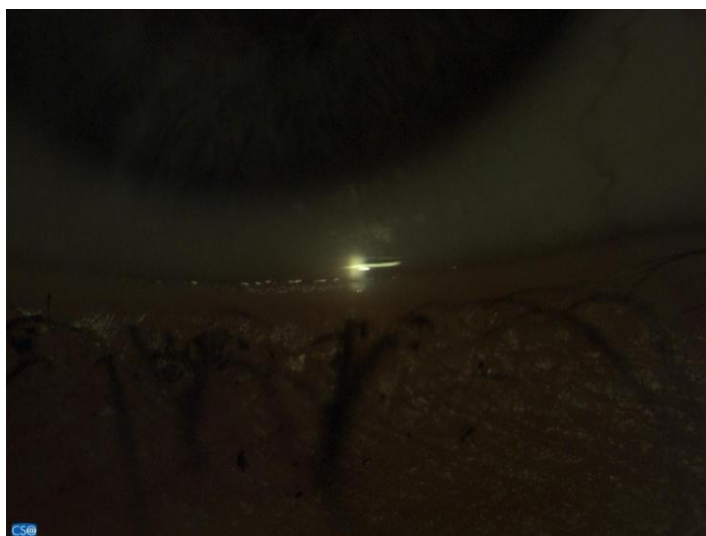
Kuvio 17. Öljykerroksen interferenssikuvio (Bausch & Lomb Incorporated 2013).

4.3 Kuivasilmäisyys ja sen tutkiminen

Kuivasilmäisyyttä esiintyy kaiken ikäisillä, kuitenkin eniten keski-ikäisillä (Facts about dry eye 2009). Kuivasilmäisyydellä on yhteys sairauksiin, lääkityksiin, piilolinssien käyttöön sekä erilaisiin ympäristötekijöihin. Usein kuivasilmäisyys on itsestään syntyvä tila, jolle ei voida määrittää ulkoista syytä. (Sandberg n.d.)

Normaalisti silmän pintaa peittää kyynelneste, joka koostuu lipidi-, vesi- ja musiinikerroksista. Toimintaheikkous missä tahansa kyynelneesten tuotantojärjestelmän osassa aiheuttaa kuivasilmäisyyttä muuttamalla kyynelneesten koostumusta, määrää, leviämistä silmän pinnalle sekä haihtumista. (Holopainen – Tuisku 2011: 113 - 115; Kari 2009: 845 - 846.) Jos lipidikerros on puutteellinen, kyynelneste leviää epätäydellisesti ja kostuttaa silmän pintaa puutteellisesti. Öljykerroksen puutos voi myös johtaa silmien vuotamiseen, jolloin kyynelneste ei pysy silmän pinnalla ja poistuu silmästä räpytellessä. Myös lipidikerroksen liikaeritys johtaa epätasaiseen kyynelneesten leviämiseen sekä hydrofobiseen silmän pintaan. (Facts about dry eye 2009; Kari 2009: 846 - 847.) Vesipitoisuuden väheneminen tai liiallinen haihtuminen taas aiheuttaa kyynelneesten hyperosmolaarisuutta. Osmolaarisuus aiheuttaa ärsytystä, muutoksia silmän pinnalla ja voi laukaista tulehduskierteen, joka vapauttaa lisää silmän pintaa vaurioittavia välittäjäaineita. (Kari 2009: 846 - 847.)

Kyynelnesteen määrää voidaan arvioida tutkimalla mikroskoopilla valkoisella valolla alaluomen ja sidekalvon kohtaamislinjaan muodostuvaa kyynelprismaa (Doshi – Harvey 2003: 38). Tutkittaessa on vältettävä liiallista ja pitkäaikaista valaistuksen kirkkautta, jotta silmän normaali kyynelnesteen erityys ei häiriinny tutkimuksen takia (Paavilainen 2014). Havaitsimme kyynelprisman (kuvio 18) korkeuden määrittämiseen sopivaksi suurennukseksi noin 16 - 25x ja palkin korkeudeksi sopi pienin mahdollinen mikroskoopin säädöissä oleva valojuovan korkeusvaihtoehto, joka on yleensä 0.1 – 0.3 mm mikroskoopista riippuen. Tutkimuksessa verrataan kyynelprisman korkeutta valopalkin korkeuteen (Doshi – Harvey 2003: 38).



Kuvio 18. Normaali noin 0,25 mm korkea kyynelprisma, jonka mittana käytetään 0,3 mm korkeaa valojuovaa (Ketola ym. 2014).

Tutkiessa havainnoimme parhaaksi asettaa valojuovan kyynelprismalle suoraan edestä tai noin 15 - 30 asteen kulmasta riippuen siitä, mikä antaa prisman korkeudesta parhaan näkymän. Kyynelprisman korkeus ilmoitetaan millimetreinä ja saadaan selvitettyä suoraan katsomalla valopalkin korkeus mikroskoopin korkeussäätimestä tai päättelemällä kyynelprisman korkeus suhteesta juovan korkeuteen. Normaali kyynelprisman korkeus on 0.2 - 0.3 millimetriä, kuivassa silmässä alle 0.2 millimetriä. Kyynelprisma on pienentynyt puutteellisen vesikerroksen takia. (Davies ym. 2007: 31 - 32; Doshi – Harvey 2003: 38.) Totesimme, että tarkennuksen on oltava kohdillaan, jotta vertailu on mahdollista. Valon osuessa kyynelprisman yläreunaan, prisman pinta kiiltää, mikä helpottaa mittaamista.

4.4 Sidekalvo ja sidekalvon tutkiminen

Sidekalvo (conjunctiva) on ohut, läpinäkyvä ja runsasverisuoninen limakalvo. Se peittää silmäluomien sisäpintaa ja silmän etuosaa kovakalvon päältä sekä luomien ja silmän väliin jäävää sidekalvon pohjukkaa (kuvio 19). Luomien sileäpintainen sidekalvo on kiinni tarsuksessa eli luomituessa ja muodostuu ohuesta levyepiteelikerroksesta, kerrostuneesta lieriöepiteelistä ja lamina propria. Kovakalvoa peittävä sidekalvo on löyhemmin kiinni ja liikutettavissa silmän pinnalla. (Doshi – Harvey 2003: 37.) Luomipohjukoissa on runsaasti poimuista sidekalvoa, jotta silmä voisi liikkua vapaasti (Forrester ym. 1999: 72 - 75).



Kuvio 19. Silmän sidekalvo (Ketola ym. 2014).

Sidekalvo koostuu epiteelistä ja stroomasta. Epiteeli on kerrostunutta lieriöepiteeliä, jossa on runsaasti kyynelnesteeseen musiinia erittäviä pikarisoluja. Pikarisoluja on eniten sidekalvon pohjukoissa. Epiteelin paksuus vaihtelee tarsuksen kohdan kahdesta epiteelikerroksesta seitsemään kerrokseen limbuksen kohdalla. (Kari – Saari 2011: 126.) Sidekalvon epiteeli vaihtuu sarveiskalvon kerrostuneeksi levyepiteeliksi ilman tarkkaa rajaa (Kari – Saari 2011: 126). Epiteelin alla olevassa sidekudoksisessa kerroksessa on hermoja, verisuonia, imusuonia ja rauhasia (Kanski 2003: 63; Forrester ym. 1999: 72 - 75). Strooma on kiinnittynyt tiukasti tarsukseen ja silmää peittävä sidekalvo on kiinnittynyt kovakalvoon. Sidekalvo toimii tukikerroksena ja se sisältää fibroblasteja, verisuonia, hermoja ja melanosyyttejä. Rakenteeltaan se on löyhää ja voi turvota helposti. (Forrester ym. 1999: 74 - 75, 157.)

Havainnoimme, että sidekalvo ja sen alainen kovakalvo on helpointa tutkia pienellä, 6 - 10x suurennuksella käyttäen diffuuseria. Valo voidaan ohjata silmään lähes mistä ta-

hansa kulmasta, mutta parhaaksi tutkittaessa totesimme temporaaliselta puolelta noin 30 - 40 asteen ja nasaaliselta pienemmän, noin 15 - 20 asteen kulman. Sidekalvosta etsitään mahdollisia poikkeavuuksia, kuten punoitusta, merkkejä siipikalvosta ja rasvakudostäpliä. (Kari – Saari 2011: 145.) Lievä punoitus sidekalvolla on yleensä normaalia ja saattaa johtua muun muassa silmien kuivuudesta tai runsaasta lähityöskentelystä (Kari – Saari 2011: 128). HavaitSIMME, että samalla, kun silmän sidekalvo ja kovakalvo tutkitaan, voidaan myös arvioida iiriksen terveydentilaa. Värikalvossa voi olla merkkejä esimerkiksi tulehduksesta tai seurantaa vaativista pigmenttiläiskistä. (Doshi – Harvey 2003: 37.)

4.5 Sarveiskalvo

4.5.1 Sarveiskalvon rakenne

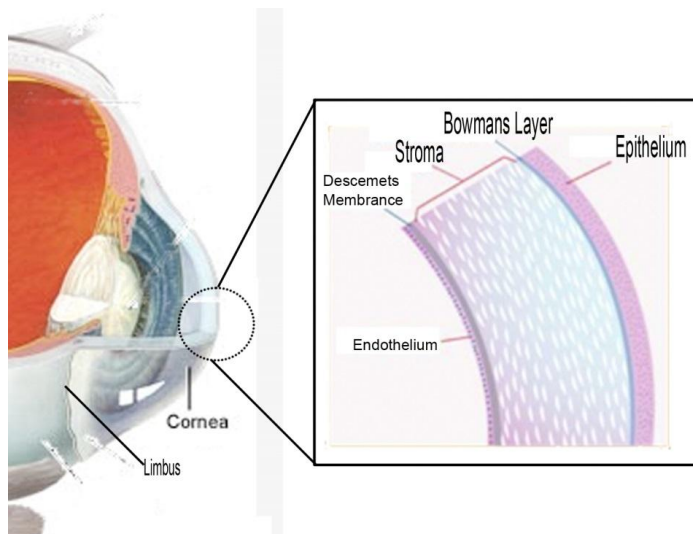
Sarveiskalvo (cornea) ja sitä peittävä kyynelneste muodostavat silmän uloimman ja tärkeimmän valoa taittavan kudoksen. Kyynelneste tasoittaa sarveiskalvon epätasaisuuksia ja yhdessä ne tarjoavat laadukkaan optisen pinnan. (Lawrenson 2010: 10.) Pienetkin sarveiskalvon pinnan muutokset, kuten kuivuminen, vaikuttavat heikentävästi näöntarkkuuteen (Kivelä 2011: 16).

Sarveiskalvon kirkkaus perustuu sen läpinäkyvyyteen, jonka mahdollistavat sen säännöllinen lamellaarinen rakenne, verisuonettomuus ja endoteelien pumppauskyky. Se saa tarvitsemansa ravinteet ja hapen limbuksesta, kammiovedestä ja kyynelnesteestä diffuusion avulla. (Kivelä 2011: 16 - 17.) Normaali sarveiskalvon keskialue on kaarevuudeltaan säännöllinen, mutta reunoja kohti sen muoto loivenee (Kivelä 2011: 16 - 17).

Sarveiskalvo muodostuu viidestä kerroksesta: epiteelistä, Bowmanin kerroksesta, stroomasta, Descametin kalvosta ja endoteelistä (kuvio 20). Epiteeli on noin kuusikerroksinen ja jatkuvasti uusiutuva. Se on läpinäkyvä, suojaava kalvo, joka sisältää myofilamentejä, joiden ansiosta epiteelihaavauman tullessa vieressä olevat epiteelisolut pystyvät liikkumaan ja paikkaamaan paljastuneen strooman estääkseen sarveiskalvon infektoitumisen. (Silmän linssirakenne n.d.) Bowmanin kerros on epiteelin tyvikalvon alla sijaitseva tiivis sidekudos, joka päättyy limbukseen. Se muodostuu satunnaisesti

järjestäytyneistä kollageenisäikeistä. Vammautuessaan Bowmanin kerros ei uusiudu, joten vahingoittuessaan se korvautuu arvella. (Kivelä 2011: 16.)

Strooma muodostaa suurimman osan sarveiskalvon paksuudesta, noin 90 %. Se muodostuu yhdensuuntaisista kollageenisäikeistä, jotka ovat asettautuneet kerroksittain. Niiden välissä on litteitä, erilaistuneita sidekudossoluja, joita kutsutaan keratosyyteiksi. Jos strooma vahingoittuu, keratosyytit muodostavat himmeän arven. (Kivelä 2011: 16.) Descemetin kalvo on sarveiskalvon endoteelin tyvikalvo, joka paksuuntuu iän myötä. Lasiaisen turvotessa joustamaton Descemetin kalvo poimuuntuu. (Kivelä 2011: 16.) Descemetin kalvo tuo sarveiskalvon stroomaan kestävyttä tavanomaiselle silmänpaineelle (Forrester ym. 1999: 159). Endoteeli on yksikerroksinen, litteistä monikulmaisista soluista muodostuva sarveiskalvon sisin kerros, joka ei myöskään uusiudu. Se rajaa sarveiskalvon etukammioista ja on merkittävässä roolissa sarveiskalvon nestekierrossa. Endoteelisolut pumpaavat nestettä sarveiskalvosta etukammioon estäen sarveiskalvoa turpoamasta ja pitäen sen kirkkaana. (Kivelä 2011: 17.)

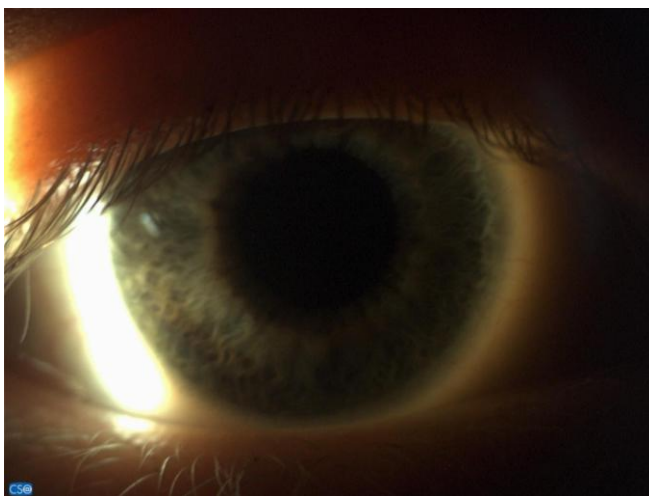


Kuvio 20. Sarveiskalvon viisi kerrosta (Differences in the anatomy of the eye n.d.).

4.5.2 Sarveiskalvon tutkiminen

Kokonaisheijastusvalaisulla (sclerotic scatter) havaitaan sarveiskalvon turvotus ja arvet (Kanski 2003: 96 - 97). Kokonaisheijastusvalaisussa (kuvio 21) käytetään pientä suurennusta, 6 - 10x, ja havainnoimme noin värikalvon korkuisen valojuovan toimivan tut-

kimuksessa hyvin. Valojuovan leveys on tutkimuksen alussa sarveiskalvon paksuinen tai hieman kapeampi. Aluksi tarkennetaan keskelle sarveiskalvoa valon ollessa noin 45 asteen kulmassa. Tarkennuksen jälkeen valaisu- ja tarkastusjärjestelmä erotetaan toisistaan temporaalisuuntaan poikkeuttajalla. Tällöin valo tulee temporaaliselle limbuk- selle ja samalla tarkastellaan sarveiskalvoa suoraan edestä. Tutkittaessa siirsimme valon kulmaa poikkeutuksen jälkeen noin 60 asteeseen ja levensimme valojuovaa, jotta valon kirkkaus on riittävä tutkimukseen. Sarveiskalvo näkyy pimeänä ja limbuksen ympä- rille muodostuu valorengas, jos poikkeavuuksia ei ole. Samentumat, arvet ja turvo- tukset näkyvät vaaleampina kohtina, joista valo siroaa takaisin. (Doshi – Harvey 2003: 41; Kanski 2003: 96 - 97.)

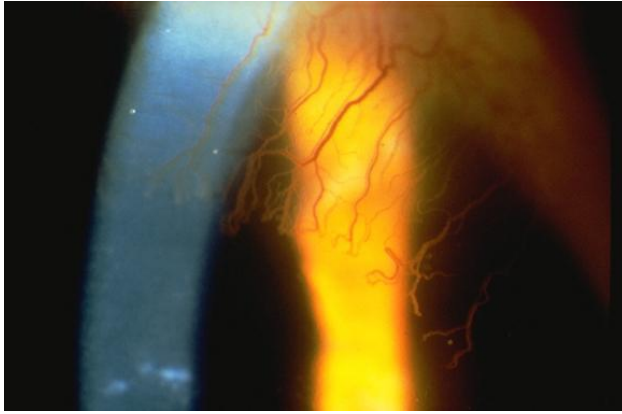


Kuvio 21. Normaali sarveiskalvo kokonaisheijastusvalaisulla tutkittaessa (Ketola ym. 2014).

Paralleelivalaisulla (parallelpiped) tutkitaan sarveiskalvo kolmessa osassa – keskeltä ja ylä- ja alaosista. Tällä valaisumuodolla havaitaan erilaiset vauriot sekä niiden laajuus. Tutkiminen aloitetaan usein limbuksen temporaalipuolelta ja tarkennetaan sarveiskal- von etupinnalle ja valoa liikutetaan kohti nenää. Ylä- ja alaosia tutkittaessa asiakasta pyydetään katsomaan hieman ala- ja yläviistoon, jotta sarveiskalvo saadaan tutkittua myös luomien alta. (Doshi – Harvey 2003: 30; Eperjesi 2013: 8.) Kun huomataan jotain poikkeavaa, kuten arpi, valojuovaa voidaan levittää tai kaventaa poikkeamakohtassa. Valojuovaa levittämällä tutkitaan pintaa, kuinka laajalla alueella sarveiskalvoa poik- keama on ja kaventamalla juovaa optiseksi leikkaukseksi tutkitaan poikkileikkausta eli poikkeaman, kuten haavan, syvyyttä. (Doshi – Harvey 2003: 40.) Valoa kaventaessa sen kirkkautta voidaan lisätä (Paavilainen 2014).

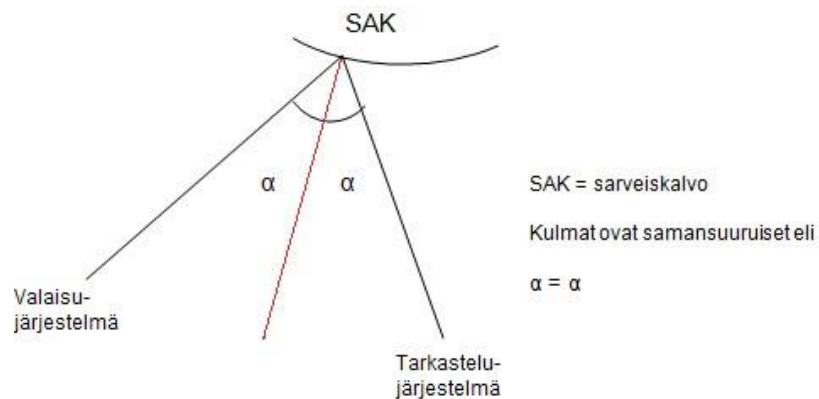
Sarveiskalvoa voidaan tutkia paralleelivalaisulla kahdella eri menetelmällä. Kummallakin menetelmällä sarveiskalvo tutkitaan kolmessa osassa. Ensimmäisellä menetelmällä mikroskooppia liikutetaan temporaalipuolelta kohti nenää kääntämättä valonlähdettä nasaalipuolelle. Parhaaksi totesimme aloituskulmaksi noin 45 astetta ja suurennukseksi 16x. Menetelmällä tutkitaan temporaalista sarveiskalvoa nasaalisen sarveiskalvon jäädessä tarkoituksella epätarkaksi, jolloin nasaalipuolinen limbaalinen alue on vastavalaistuksessa valon heijastuessa värikalvolta. (Paavilainen 2014.) Havainnoimme, että limbaalisen alueen saa tarkemmaksi pienentämällä kulmaa noin 20 asteeseen. Kun tarkennus on limbaalisissa verisuonissa, juovaa voidaan leventää ja vaihtaa suurennus 25x tarkastelun helpottamiseksi. Tutkimus suoritetaan sekä temporaali- että nasaalipuolelta, jolloin molempien puolien sarveiskalvo ja limbaalinen alue tutkitaan. (Doshi – Harvey 2003: 40 - 41; Paavilainen 2014.) Toisella menetelmällä mikroskooppia liikutetaan hitaasti temporaalipuolelta nasaaliselle puolelle. Totesimme hyväksi aloituskulmaksi noin 45 astetta ja suurennukseksi 16x. Kun valojuova on oikeaa silmää tutkittaessa pupilliaukon nenän puolella, käännetään valaisujärjestelmä ohimon puolelta nasaalipuolelle noin 30 - 40 asteen kulmaan. Tällöin mikroskoopin tarkennus pysyy koko tutkimuksen ajan sarveiskalvon tasolla. Hentoja muutoksia sarveiskalvolla ei välttämättä erota tällä tekniikalla yhtä hyvin kuin edellä mainitulla tekniikalla. (Doshi – Harvey 2003: 41.)

Vastavalaistuksessa (retroillumination) tutkitaan sarveiskalvoa värikalvolta tai mykiön pinnalta heijastuneessa valossa. Havaitimme parhaaksi aloittaa tutkimus paralleelivalaisulla ja pienellä suurennuksella, 10 - 16x. Tarkasteltaessa oikean silmän nasaalipuolista limbusta, tulee valo poikkeuksellisesti temporaalipuolelta ja mielestämme paras kulma on noin 45 astetta. Värikalvolta heijastuva valo tuo esiin tarkasteltavat limbuksen verisuonet, mahdollinen neovaskularisaatio ja mahdolliset sarveiskalvon samentumat. (Azar – Dohlman – Foster 2005: 154 - 155; Doshi – Harvey 2003: 41; Dunne ym. 2007: 99.) Kun haluttu kohta löydetään, muutetaan suurennusta 25x tai suuremmaksi ja mahdollisesti levennetään valojuovaa tarkastelun helpottamiseksi (Paavilainen 2014). Vastavalaistuksessa valo on pehmeämpää, jolloin pienemmät ja hennommat muutokset tulevat näkyviin (kuvio 22). Samentumat näkyvät tummempina kohtina, sillä valo siroaa samentumista. Limbuksen verisuonet erottuvat vastavalaistuksessa terävinä ja niiden arviointi on helpompaa. (Azar ym. 2005: 154 - 155; Dunne ym. 2007: 99.)



Kuvio 22. Uudissuonituksen tutkiminen vastavalaisulla (Bausch & Lomb Incorporated 2013 a.).

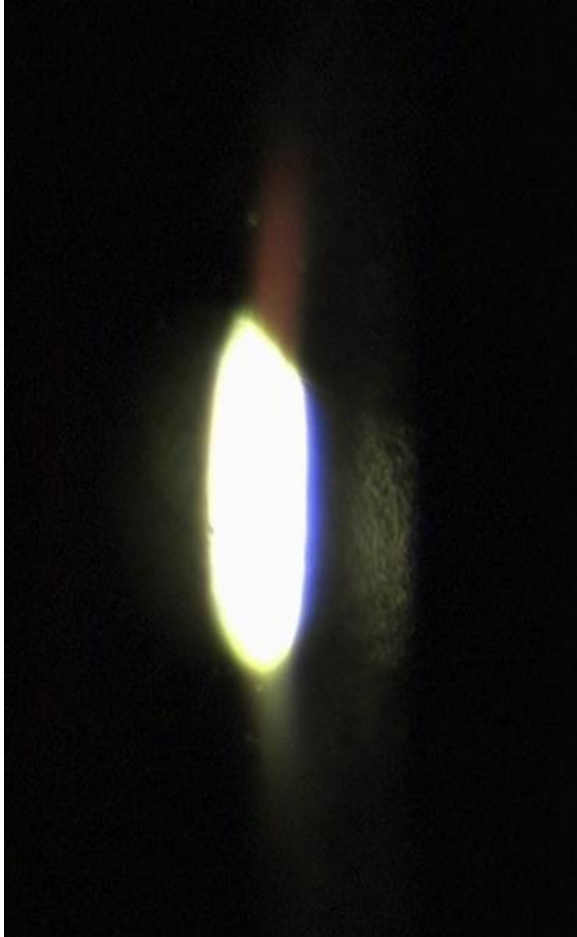
Peiliheijasteella (specular reflection) tutkitaan sarveiskalvon epiteeliä ja endoteeliä. Jotta peiliheijaste syntyy, tulee valaisu- ja katselujärjestelmän kulma olla sama. Tarkastelu tapahtuu heijastuneen valon suunnasta ja peiliheijaste heijastuu takaisin vain toiseen okulaariin. Valaisu- ja tarkastelujärjestelmän kulma ei ole vakio, koska sarveiskalvon pinta on kaareva. Pinnan kaarevuuden takia kulmaa joudutaan suurentamaan tai pienentämään peiliheijasteen saavuttamiseksi. Tarkastelujärjestelmää joudutaan toisiinsa liikuttamaan suorasta katselulinjasta sivuun (kuvio 23), jotta valaisu- ja tarkastelujärjestelmän välinen kulma on sama. (Paavilainen 2014.)



Kuvio 23. Kaavakuva sarveiskalvon peiliheijasteesta, jossa kulmat ovat yhtä suuret (Ketola ym. 2014).

Endoteeliä tutkittaessa käytetään paralleelivalaisua, jonka suurennus on 16 - 25x. Aluksi tarkennetaan peiliheijaste kyynelneesten pintaan, jonka jälkeen siirrytään tarkennuksella syvemmälle kohti endoteeliä. Kyynelneeste muuttuu epätarkaksi, kun peiliheijaste heijastuu endoteelin pinnasta. Oikean kohdan löytyessä suurennus vaihdetaan

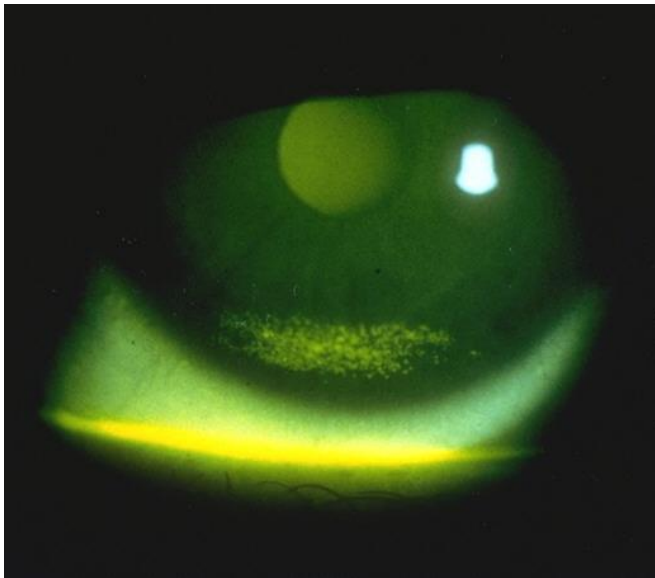
maksimiin eli 40x. Endoteelin kuusikulmainen muoto ei tule välttämättä esiin edes suurimmalla suurennuksella, vaan kuva näyttää harmaalta ja röpelöiseltä. Normaali endoteeli heijastaa valoa hyvin ja tasaisesti (kuvio 24). Esimerkiksi polymegatismissa endoteelissa on tummia kohtia ja epätasaisuutta. (Doshi – Harvey 2003: 43.)



Kuvio 24. Sarveiskalvon endoteeli peiliheijasteella (Ketola ym. 2014).

Sarveiskalvon pinnan rikkoumakohdat näkyvät hyvin mikroskoopilla fluoresiivivärjäyksellä. Epiteelikudoksen rikkoutumista voi aiheuttaa useat tekijät, kuten mekaaninen ärsytys, kuivuminen, aineenvaihdunnallinen ongelma, toksinen tai allerginen syy tai tulehdus. (Efron 2010: 15 - 17.) Fluoresiini imeytyy vauriokohtaan ja se nähdään vihreänä ja silmän muut osat sinisinä (Doshi – Harvey 2003: 39; Kari 2009: 848). Keltasuodatinta voidaan käyttää lisäksi vielä parantamaan fluoresiivivärjäyksen kontrastia (Doshi – Harvey 2003: 39). Kuivumisen aiheuttamaa eroosiota on yleensä sarveiskalvon alaosassa vaakatasossa, kello 3 - 9 alueella. Ilmiötä kutsutaan nimellä ”smile staining” (kuvio 25). (Efron 2010: 15 - 17.) Eroosio arvioidaan laajuuden ja paikan mukaan

– täplämäinen vai pistemäinen ja pinnallinen vai syvemmälle ulottuva vaurio (Efron 2010: 15 - 17; Forrester ym. 1999: 97).



Kuvio 25. Fluoresiivärjäymällä hyvin erottuva ”smile staining”-eroosio sarveiskalvon alaosassa (Bausch & Lomb 2013 b).

4.6 Kovakalvon rakenne ja tutkiminen

Kovakalvo (sclera) on sidekalvon lävitse näkyvä tiivis ja läpinäkymätön sidekudoskerros, jonka tehtävä on tukea silmän sisäisiä kudoksia, suojella niitä ulkoisilta vaaroilta ja suojata silmää tulehduksilta. Lisäksi kovakalvo kiinnittää silmän silmänliikuttajalihaksiin. (Uusitalo 2011: 176.) Kovakalvossa on muuhun silmään suhteutettuna vähäisesti verisuonia ja imusuonistoa kovakalvossa ei ole lainkaan, mutta sen läpi kulkevat silmän sisäisiä elimiä huoltavat verisuonet ja hermot. (Biomechanics of the Human Sclera n.d.; Forrester ym.1999: 18.)

Kovakalvossa on kolme kerrosta: episkleera, skleera ja lamina fusca. Ulointa kerrosta, episkeeraa, ympäröi Tenonin kalvo, jonka tehtävä on helpottaa silmän liikkeitä. (Kivelä 2011: 18.) Episkleera muodostuu sidekudoksesta ja verisuonista ja varsinainen skleera järjestymättömistä kollageenisäikeistä ja sidekudossoluista. Kovakalvon sisin kerros, lamina fusca, on ohut kalvo, joka sisältää elastisia säikeitä ja ruskeita kromatoforeja. Lamina fusca on kiinni suonikalvon uloimmissa osissa. (Healtline Editorial Team n.d.; Forrester ym. 1999: 166 - 167.) Kovakalvo ei liiku sidekalvon tapaan silmän pinnalla, mistä voidaan tarpeen tullen erottaa, onko mahdollinen tulehdus sidekalvossa vai liik-

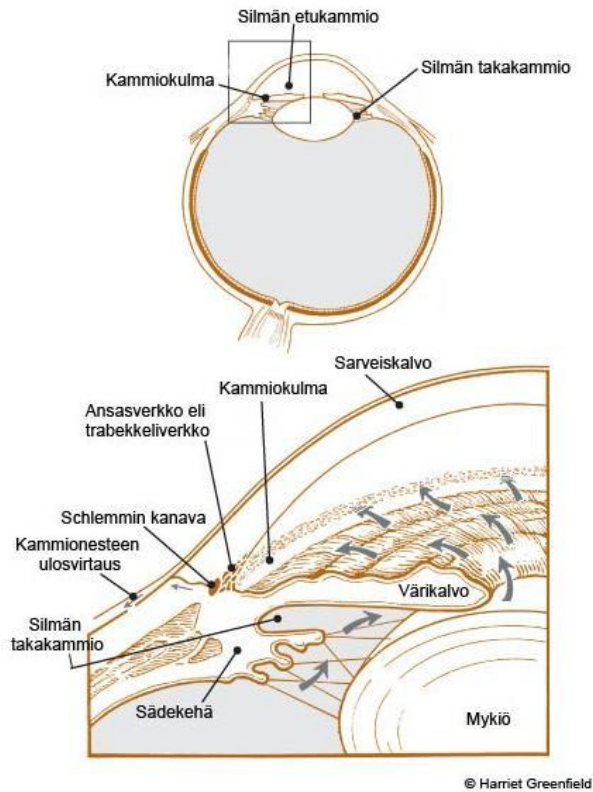
kumattomassa episkleerassa (Doshi – Harvey 2003: 37). Normaali kovakalvo on valkoinen. Kellertävä kovakalvo voi olla merkki maksan vajaatoiminnasta tai muusta sairaudesta. Tummuus tai sinerrys kovakalvossa ovat merkki kovakalvon ohentumisesta, jolloin kovakalvon alainen suonikalvo siintää kovakalvon lävitse. Ohentuminen johtuu useimmiten kovakalvossa olleesta tulehduksesta. (Uusitalo 2011: 176.)

Kovakalvoa tutkitaan diffuusilla valaisulla ja pienellä suurennuksella silmän sidekalvon tutkimisen yhteydessä. Havaitsimme parhaaksi suurennukseksi 6 - 10x. Valo voidaan ohjata silmään lähes mistä tahansa kulmasta, mutta parhaaksi tutkittaessa totesimme temporaaliselta puolelta noin 30 - 40 asteen ja nasaaliselta pienemmän, noin 15 - 20 asteen kulman tarkimmaksi. Kovakalvolta voidaan etsiä merkkejä episkleriitistä eli kovakalvon pintatulehduksesta. Episkleriitti on hyvänlaatuinen ja yleensä ohi menevä tila, jonka näkyviä oireita ovat lievä punoitus ja turvotus silmän pinnalla. (Doshi – Harvey 2003: 37; Uusitalo 2011: 176 - 177.)

4.7 Kammionestekierto

Värikalvo (iiris) jakaa kammionesteen täyttämän tilan kahteen osaan – isompaan etukammioon ja pienempään takakammioon. Kammioneste kuljettaa tarvittavat aineenvaihduntatuotteet silmän etuosan läpinäkyviin ja verisuonettomiin kudoksiin, kuten sarveiskalvoon ja mykiöön. Se myös poistaa sarveiskalvon ja värikalvon aineenvaihdunnoista tuotetut kuona-aineet ja ylläpitää normaalia silmänpainetta. (Forrester ym. 1999: 30 - 31; Kammionesteen kierto n.d.)

Kammioneste suodattuu sädekehästä ja se virtaa mustuaisen kautta etukammioon ja poistuu sarveiskalvon ja värikalvon rajalla olevasta kammiokulmasta. Kammiokulma on limbuksen kohdalla silmän sisällä. Kovakalvon sisäpinnalla kammiokulmassa on rengasmaisen paksunema, kovakalvopiena, johon sädelihhas kiinnittyy. Descemetin kalvon paksuneman ja kovakalvopienen välin täyttää ansasverkko eli trabekkelivyöhyke. Siivilämäisen trabekkelikudoksen kautta kammioneste kulkee Schlemmin kanavaan ja edelleen kovakalvon ulosvirtauskanavien kautta sidekalvon ja kovakalvon pintakudoksen laskimoihin (kuvio 26). Tätä ulosvirtausta kutsutaan trabekulaariseksi eli konvectionaaliseksi ulosvirtaukseksi, jonka kautta noin 90 % ulosvirtauksesta tapahtuu. Toinen ulosvirtaus, uveoskleraallinen virtaus, tapahtuu sädelihaksen ja kovakalvon lävitse silmän ulkoisiin laskimoihin. (Kanski 2003: 193; Kivelä 2011: 18 - 19; Wagner – Wilke n.d.)



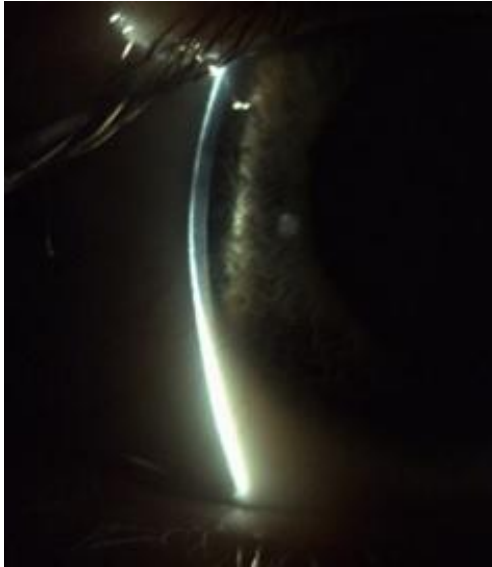
Kuvio 26. Kammionesteenkierto silmässä (Glaukoomatyypit 2009).

Silmänpaine riippuu kammionesteen tuotannon määrän suhteesta sen poistumiseen. Jos tuotanto pysyy ennallaan ja ulosvirtaus heikkenee samalla, nestettä kertyy enemmän silmän sisään aiheuttaen kohonneen silmänpaineen. Kammiokulmaan kertyy iän myötä normaalisti värikalvon pigmenttijyviä. (Forrester ym. 1999: 30 - 31; Kammionesteen kierto n.d.)

4.7.1 Kammiokulman syvyyden arvioiminen

Van Herick -menetelmällä arvioidaan kammiokulman syvyyttä mikroskoopilla käyttäen hyvin kapeaa ja pisintä valojuovaa eli optista leikkausta. Valo käännetään noin 60 asteen kulmaan katselujärjestelmään nähden ja tutkimushuoneen valaistusta himmennetään tutkimuksen ajaksi. (Doshi – Harvey 2003: 58.) Tutkiessa havainnoimme, että arviointi helpottuu valon kirkkautta säätämällä ja paras suurennus on pienehkö, 16x. Valojuovalla valaistaan ohimonpuoleista kovakalvoa ja valojuovaa tuodaan hitaasti kohti sarveiskalvoa. Syvyyden arvioinnissa valojuovan tulee olla juuri ja juuri sarveiskalvon päällä lähellä limbusta (kuvio 27). Kun heijaste syntyy värikalvolle, verrataan heijasteen ja sarveiskalvon takapinnan välistä etäisyyttä sarveiskalvon paksuuteen.

(Doshi – Harvey 2003: 58.) Tutkiessa huomasimme, että oikean kohdan löytämiseksi valojuovaa voidaan liikuttaa limbuksen yli edestakaisin, jotta tutkittava kohta löytyy helpommin.



Kuvio 27. Van Herick -menetelmällä kammiokulman syvyys on yli 1:1 (Ketola ym. 2014).

Etäisyys eli kammiokulman syvyys ilmoitetaan asteikolla yhdestä neljään. Mitä syvempi kammiokulma on, sitä suurempi syvyysluokituskin kirjataan (taulukko 1). Syvyysluokituksilla 4 - 3 mustuaista laajentavia mydriaattisia lääkkeitä voidaan käyttää turvallisesti. Matalammissa syvyysluokituksissa kammiokulman syvyys on syytä mitata tarkemmin esimerkiksi gonioskoopilla, koska riski kammiokulman sulkeutumiseen on mahdollista laajentavia lääkkeitä käyttäessä. (Introduction – Van Herick 2013; Wagner – Wilke n.d.)

Taulukko 1. Kammiokulman syvyysluokitukset van Herick -menetelmässä mukailien Wagner - Wilke n.d. kuvaa (Ketola ym. 2014).

| Syvyysluokitus | Sarveiskalvon paksuuden suhde kammiokulman syvyyteen | Tulkinta |
|----------------|--|--|
| 4 | 1 : 1 tai suurempi | kammiokulman sulkeutuminen on epätodennäköistä |
| 3 | 1 : ½ | kammiokulman sulkeutuminen on epätodennäköistä |
| 2 | 1 : ¼ | kammiokulman sulkeutuminen on mahdollista |
| 1 | 1 : < ¼ | kammiokulman sulkeutuminen on todennäköistä |
| 0 | sulkeutunut | kammiokulma on sulkeutunut |

4.7.2 Etukammion terveydentilan arviointi

Etukammion terveydentila tutkitaan mikroskoopilla mahdollisten tulehdussolujen, proteiinien ja punasolujen havaitsemiseksi (kuvio 28). Nämä havainnot viittaavat yleisesti tulehduksiin. Tutkimuksessa käytetään paralleelivalaisusta madallettua ja levennettyä valotietä. (Khurana 2008: 357.) Havainnoimme tutkimuksessa parhaaksi valojuovan korkeudeksi noin 3 mm ja leveydeksi 0.5 mm. Asetimme valojuovan keskelle pupilliaukkoa ja tarkensimme aluksi sarveiskalvolle. Suurennus oli aluksi pieni 10x ja oikean kohdan löytyessä kasvatimme suurennusta 25x.



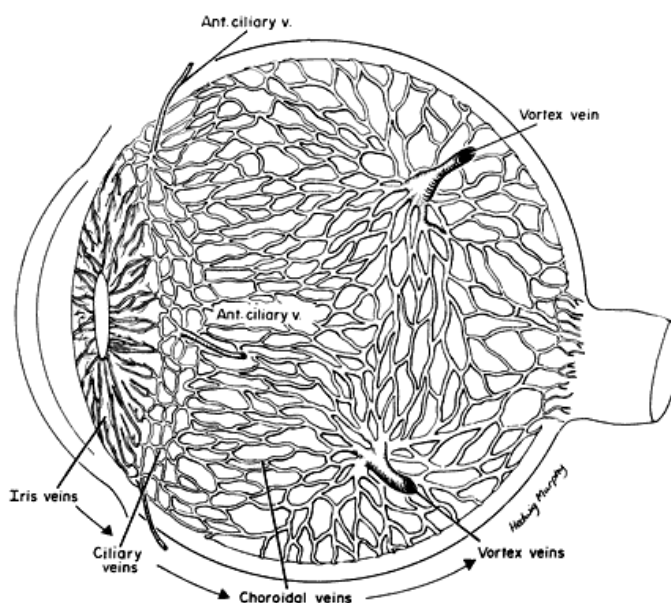
Kuvio 28. Alkutilanne etukammion terveydentilaa tutkittaessa valotiellä, kun tarkennus on kyynel Nesteessä (Ketola ym. 2014).

Valonlähteen kulmaa käännetään siten, että valotie heijastuu sarveiskalvolta ja mykiöltä tai värikalvolta. Koimme parhaaksi noin 60 asteen kulman. Samalla tarkastellaan valopalkin keskiosaa, etukammiota, jolle pupilli luo mustan alustan. ("Cell and flare" in the eye (Video) n.d.). Liikutimme valopalkkia etuviistoon mikroskoopin ohjaussauvan avulla, jolloin tarkennus siirtyy sarveiskalvon etupinnasta mykiön etupintaan. Mahdolliset löydökset havaitaan tällöin paremmin. Jos etukammiossa on tulehdukseen viittaa-

via soluja, näkyvät ne mustaa taustaa vasten vaaleina hiukkasina. Solut liikkuvat etukammiossa ylös ja alas etukammionesteen kierron mukaisesti. Punasolut erotetaan valkosoluista punavapaalla suodattimella, jolla erotetaan tulehdussolut ja verenvuoto toisistaan. Suodattimen ansiosta verenvuodosta johtuvat punasolut katoavat mustina tummaan taustaan ja tulehduksen aiheuttamat valkosolut näkyvät vaaleina. (Paavilainen 2014.)

4.8 Suonikalvosto

Suonikalvosto (uvea), silmän seinämien keskimmäinen kerros, on tiheästi verisuonittunut, runsashermoinen ja pigmentoitunut kalvo. Suonikalvostosta (kuvio 29) erotetaan kolme osaa: suonikalvo, sädekehä ja värikalvo, joista värikalvo ja sädekehä sijaitsevat silmän etuosassa. Suonikalvosto jatkuu saumattomasti suonikalvosta iirikseen ja sädekehään ja siinä on aukko silmän etuosassa pupillille ja takaosassa näköhermölle. (Forrester ym. 1999: 22.)



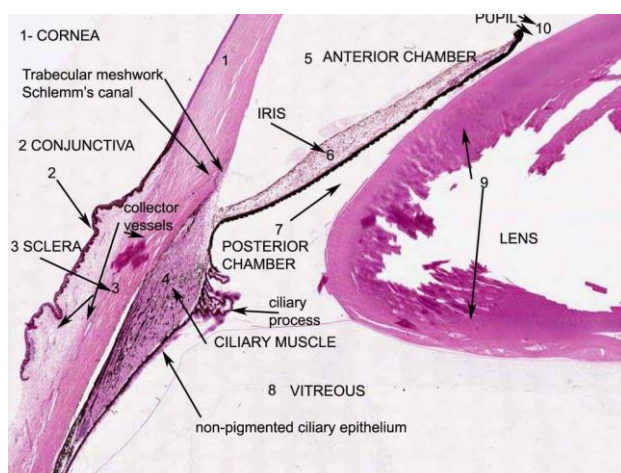
Kuvio 29. Suonikalvoston verihuolto (Barsky n.d.).

Suonikalvoston verihuolto tapahtuu useaa eri kautta. Lyhyet takimmaiset sädekehävaltimot, pitkät takimmaiset sädekehävaltimot ja etummaiset sädekehävaltimot tuovat suonikalvostoon hapekasta ja ravinteikasta valtimoverta. Lyhyitä takimmaisia sädeke-

hävaltimoita on silmässä noin 10 - 20 kappaletta ja ne lävistävät kovakalvon näköhermon pään (papilla) ympärillä. Pitkiä takimmaisista sädekehävaltimoista on silmässä kaksi ja ne lävistävät kovakalvon kauempana näköhermosta temporaali- ja nasaalipuolella. Pitkät takimmaisista sädekehävaltimot kulkevat kovakalvon sisäpintaa pitkin silmän etuosaan. Silmän etuosassa pitkät takimmaisista sädekehävaltimot muodostavat värikanalon suuremman valtimokaaren värikanalon tyven viereen sädekehään. Etummaisista sädekehävaltimot tulevat silmään silmälihasten valtimohaaroista ja lävistävät kovakalvon 5 - 6 mm limbuksen takana. Etummaisista sädekehävaltimot tuovat valtimoveriä silmän etuosiin. Suonikalvoston laskimoveri poistuu silmästä neljää pyörrelaskimoa pitkin silmä-laskimoon. (Forrester ym. 1999: 46 - 47; Kivelä – Saari 2011: 181.)

4.8.1 Värikanalo

Värikanalo (iris) on pupilliaukon muodostava rengasmaisen liikkuva kalvo, joka erottaa silmän etukammion takakammion ja säätelee silmään pääsevän valon määrää. Lisäksi värikanalon tummapigmenttinen takapinta estää valoa heijastumasta silmän sisällä näkemistä häiritsevästi. Värikanalo (kuvio 30) rajoittuu edestä etukammioon ja takaa takakammioon ja mykiöön. Tyvestään värikanalo on kiinnittynyt sädekehään ja siten koko suonikalvostoon. Pupillin koko voi vaihdella 1 - 8 mm välillä riippuen valon määrästä ja tutkittavan iästä. Pupillien tulee olla koon ja muotonsa puolesta symmetriset, mutta toisinaan pupillien välillä saattaa olla pienehköjä, vielä normaaliksi luokiteltavia eroja. (Forrester ym. 1999: 22 - 24.)



Kuvio 30. Värikanalon sijainti (Anatomy of the Human Eye 2005).

Värikalvossa on kaksi kerrosta, strooma ja epiteelikerros. Strooma eli tukikerros on löyhää ja poimuttuvaa sidekudosta, joka muodostaa värikalvon etulehden. Stroomassa on hermoja, verisuonia, fibroblasteja ja kollageenisäikeitä. Tukikerroksen takaosassa pupilliaukon reunamalla sijaitsee rengasmaisen mustuaisen kurojalihhas, joka valon lisääntyessä huolehtii pupillin pienentymisestä. Stroomassa olevat melanosyytit ja niiden pigmentti määräävät iiriksen värin. (Forrester ym. 1999: 22 - 24.)

Kaksikerroksinen epiteelikerros muodostaa värikalvon takalehden. Etummaisessa kerroksessa epiteelin solut toimivat myös sileinä lihassoluina muodostaen säteittäisen mustuaisen laajentajalihaksen, joka suurentaa pupillia hämärässä valon silmään pääsemisen helpottamiseksi. Takimmainen kerros muodostuu paksuista ja tummasti pigmentoituneista soluista, jotka estävät valoa heijastumasta silmän sisällä. (Forrester ym. 1999: 22 - 24; Kivelä – Saari 2011: 180.)

4.8.2 Sädekehä

Sädekehä (corpus ciliare) on rengasmaisen osa värikalvon ja suonikalvon välissä suonikalvostossa. Se muodostuu poimuttuneesta kruunuosasta ja litteästä takaosasta. Sädekehä kiinnittyy kruunuosan etureunasta värikalvon tyveen ja litteään osansa taka-reunasta suonikalvoon. Litteään osaan kiinnittyvät myös mykiön ripustinsäikeet, jotka alkavat litteään osan tyvikalvon tuntumasta ja suuntaavat mykiötä kohti kruunuosan ulokkeiden välistä. Sädekehän tehtävä on säädellä mykiön taittovoimaa ja erittää etu- ja takakammioon kammionestettä, joka ylläpitää silmän sisäistä painetta, silmän pyöreyttä muotoa ja ravitsee mykiötä ja sarveiskalvoa. Sädekehä jaetaan kolmeen kerrokseen: epiteeliin, stroomaan ja sädelihakseen. (Forrester ym. 1999: 24; Kivelä – Saari 2011: 180.)

Sädekehän sisäpinnan peittävä epiteelikerros koostuu kahdesta kerroksesta. Sisempi ja pigmentoitumaton siliaariepiteelikerros muuttuu sädekehän takana sensoriseksi verkkokalvoksi ja edessä värikalvon epiteelin pigmentoituneeksi takalehdeksi. Ulompi ja pigmentoitunut kerros jatkuu sädekehän takana verkkokalvon pigmenttiepiteelinä ja edessä värikalvon epiteelin etulehtenä. Sädekehän tukikerros eli strooma koostuu melanosyyteistä, fibroblasteista ja verisuonista. Strooman kautta poistuu noin kymmenen prosenttia etukammionesteestä. (Kivelä 2011: 22.) Sädekehän sädelihhas muodostaa valtaosan poimuttuneesta kruunuosasta ja sen etureuna kiinnittyy kovakalvopintaan ja takaosa suonikalvoon (Forrester ym. 1999: 24 - 26; Park 2011).

4.8.3 Suonikalvoston etuosien tutkiminen mikroskoopilla

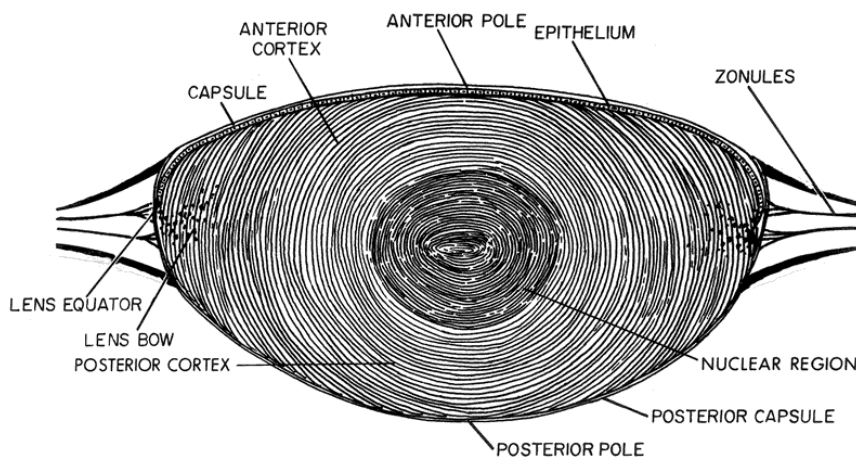
Silmän etuosassa sijaitsevista suonikalvoston rakenteista voidaan tutkia mikroskoopilla ainoastaan värikalvoa, sillä sädekehästä vain pieni osa on kliinisesti tutkittavissa silmälääkärin erikoisvälineillä (Kivelä 2011: 20). Havainnoimme, että iiristä on helpointa tutkia paralleelivalaisulla 6 - 10x suurennuksella tai side- ja kovakalvon tutkimisen yhteydessä diffuusilla valaisulla samalla suurennuksella. Iiriksestä voidaan etsiä mahdollisia pigmenttimuutoksia ja luomia. Lisäksi mykiön punaheijastetta tutkittaessa voidaan varmistaa iiriksen valonläpäisemättömyys siten, että suurennus on tutkimuksessa tarpeeksi pieni, jotta koko iiris on mikroskoopissa näkyvillä. (Doshi – Harvey 2003: 48.)

Punaheijasteella tarkistetaan, että verkkokalvolta heijastuva punainen valo ei pääse iiriksen rakenteiden läpi. Valoa läpäisevä värikalvo on merkki iiriksen pigmentin ohentumisesta. (Iris transillumination n.d.) Tarkemmat ohjeet mykiön punaheijasteella tutkimiseen ovat sivulla 50.

4.9 Mykiö

Mykiö (lens) on silmän etuosassa värikalvon ja lasiaisen välissä sijaitseva valoa taittava linssi, jonka etupinta sijaitsee heti mustuaisen takana ja sitä pitävät paikallaan sädekehän sivuilta säteittäisesti tulevat ripustinsäikeet (zonula lentis). Mykiön taittovoima on hieman yli neljäsosan silmän kokonaistaittovoimasta eli noin 16 dioptriaa ja sen tehtävänä on tähdätä taitettu valo oikein silmän takaosaan tarkan näkemisen pisteeseen. (Forrester ym. 1999: 28; Teräsvirta 2011: 210.)

Mykiössä on neljä kerrosta (kuvio 31), jotka erottuvat koostumuksen ja iän perusteella: kotelo, epiteeli, kuorikerros ja tuma. Kotelo on linssin epiteelisolujen joustava ja vahva tyvikalvo, joka ympäröi mykiötä ja johon ripustin säikeet ovat kiinnittyneet. Kotelon alla oleva epiteelikerros on yksikerroksinen kuutioepiteeli, joka sijaitsee mykiön ekvaattorilla eli vain etu-, taka- ja sivupinnoilla. (Kanski 2003: 163.) Kuutioepiteelin jakautuessa solut ajautuvat mykiön sisäosiin mykiösäikeiksi menettäen tumansa ja samalla pidentyen, minkä takia mykiösäikeiden kertyessä mykiö tiivistyy, kovettuu ja paksuuntuu iän myötä. Mykiön kuorikerros muodostuu nuoremmista mykiösäikeistä ja pysyy koko eliniän suhteellisen pehmeänä. (Kivelä 2011: 23.) Vanhetessaan mykiösäikeet siirtyvät kuorikerroksesta tumaan, joka koostuu vanhoista mykiösäikeistä ja tiivistyy yhä kovemmaksi iän myötä. Linssisäikeet järjestyvät sektorimaisesti y-kirjainta muistuttaviksi y-suturoiksi, joita mykiössä on kaksi. (Forrester ym. 1999: 28; Kuszak – Costello n.d.)

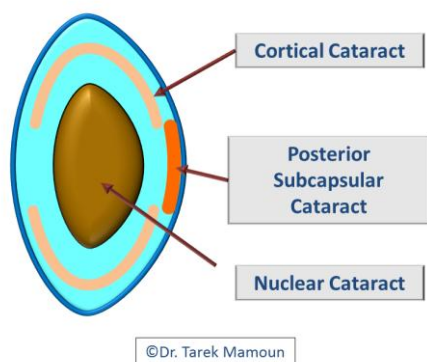


Kuvio 31. Mykiön poikkileikkaus (Delamere n.d.).

Mykiön tärkein ominaisuus, läpinäkyvyys, perustuu mykiön muodostavien proteiinisäikeiden rakenteeseen ja niiden säännömukaiseen asettumiseen. (Forrester ym. 1999: 28, 175.) Muutos kristallinisäikeiden järjestyksessä tai rakenteessa johtaa samentumaan mykiössä ja läpinäkyvyyden alentumiseen eli kaihiin. Mykiö on täysin verisuoneton ja sen ravinnonsaanti ja aineenvaihdunta tapahtuu kammionesteen ja vähemmissä määrin myös lasiaisen kautta. Mykiö pumppaa ympäristöstään tarpeellisia ravinteita ja happea itseensä poistaen samalla nestettä ja aineenvaihdunnan kuona-aineita kammioveteen ja lasiaiseen. (Duncan – Wormstone n.d.; Forrester ym. 1999: 28, 175 - 178.)

4.9.1 Kaihityypit

Kaihi (cataracta) tarkoittaa mykiössä olevaa samentumaa, joka alentaa näöntarkkuutta. Maailmassa yleisesti kaihi (kuvio 32) on suurin sokeuden aiheuttaja, mutta Suomessa kaihi on tehokkaan leikkaustoiminnan ansiosta lähinnä väliaikainen haitta. (Teräsvirta 2011: 212.) Ikään liittyvän kaihen epäillään johtuvan aineenvaihdunnan heikkenemisestä mykiössä ja ultraviolettisäteilyn vaikutuksesta mykiöön. Kaikista kaihiesiintymistä vain osa häiritsee näöntarkkuutta niin, että sitä tarvitsisi leikata. Kaihit jaotellaan alkamisiän perusteella esimerkiksi vanhuusiän kaiheen tai aikuisiän kaiheen. Iän tuoman aineenvaihdunnan heikkenemisen lisäksi kaihia voivat aiheuttaa iskuvammat, erilaiset pitkäaaltoiset ja lyhytaaltoiset säteilymuodot, sähköiskut, tulehdukset, yleissairaudet ja raskausajan infektiot sekä perinnölliset sairaudet ja oireyhtymät. (Forrester ym. 1999: 180; Kuszak – Al-Ghoul – Costello n.d.; Teräsvirta 2011: 212 - 213.)



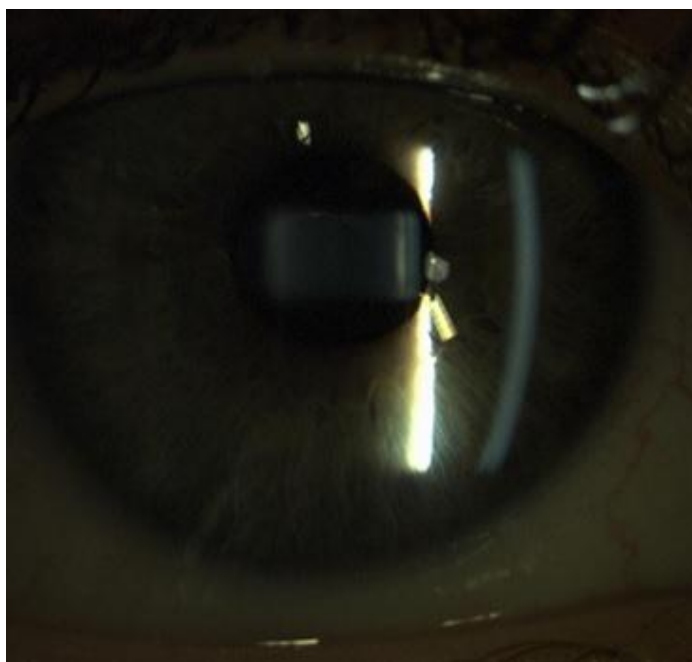
Kuvio 32. Kaihien sijainnit (Senile cataract n.d.).

Vanhuusiän kaihessa (cataracta senilis) on kyse mykiön sisäisten liukoisten valkuaisaineiden denaturoitumisesta ja erinäisten suolojen, erityisesti kalsiumin, lisääntymisestä, minkä seurauksena mykiöön alkaa kertyä nestettä ja mykiö turpoo. Näin mykiö muuttuu kuperammaksi ja mykiön taittovoima muuttuu myooppisemmaksi. Lisäksi mykiön sisälle kertyy keltaista pigmenttiä, joka muuttaa mykiön väriä kellertävän ruskeaksi ja harmaaksi. Vanhuusiän kaihimuotoja on kolme ja ne ovat nimetty sen mukaan, minne kaihi on mykiössä kehittynyt: tumakaihi, kortikaalinen kaihi ja kapselinalainen kaihi. (Forrester ym. 1999: 180 - 181; Teräsvirta 2011: 214 - 215.)

4.9.2 Mykiön tutkiminen

Optinen leikkaus mykiöstä (kuvio 33) saadaan käyttämällä optista leikkausta tarkentamalla valokuova pupilliaukon laitaan. Havainnoimme, että valonlähteen kulma vaihtelee pupillin koon ja mykiöstä halutun kuvan mukaisesti. Tilannekohtaisesti pupillia voi optisella leikkauksella tarkastella noin 30 - 45 asteen kulmasta noin 5 asteen kulmaan, mutta tutkiminen kannattaa aloittaa mahdollisimman suuresta kulmasta. Suurennukseksi havainnoimme 6 - 10x suurennuksen, jota säädetään halutun laiseksi yksityiskohdista tutkittaessa. Optinen leikkaus ei kata koko mykiötä, jolloin optista leikkausta joudutaan tarkentamaan syvyyssuunnassa mykiön etu- ja takaosaan. (Slit Lamp Examination n.d.) Samalla käännetään valonlähdettä eri kulmiin, jotta leikkauksella saadaan tutkittua mahdollisimman suuri osa mykiöstä (Paavilainen 2014). Mykiö tulisi tutkia sekä temporaalisesta että nasaalisesta suunnasta, jotta tutkimus olisi perusteellinen. Optisella leikkauksella pystytään tutkimaan mykiöstä löytynyttä samentumaa tai muuta

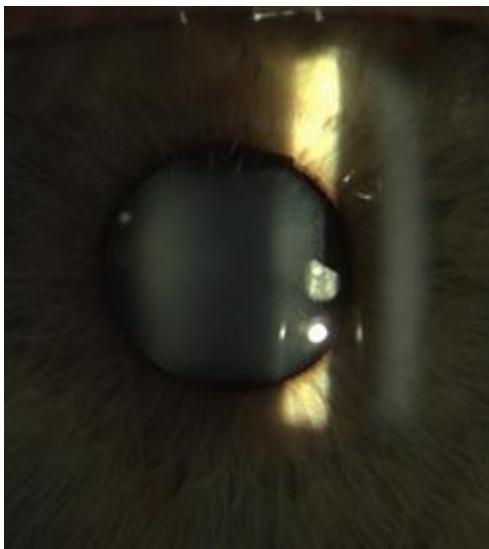
poikkeavuutta tarkemmin sekä tarkentamaan myös syvemmälle mykiön ohi tutkimaan lasiaista ja lasiaisrihmoja. (Doshi – Harvey 2003: 48 - 49.)



Kuvio 33. Mykiön poikkileikkaus optisella leikkauksella tarkennuksen ollessa mykiön etupinnassa (Ketola ym. 2014).

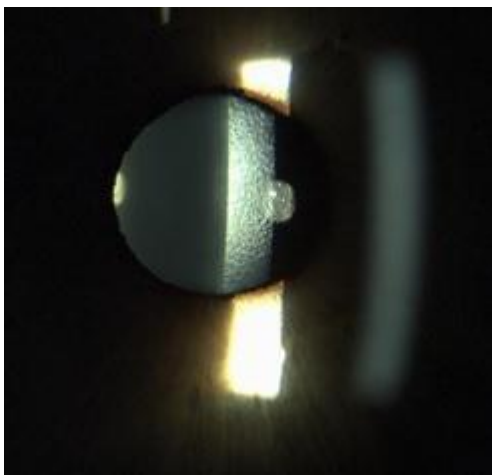
Paralleelivalaisulla kartoitetaan mahdollisten samentumien sijainti, jolloin valojuovaa kaventamalla päästään tutkimaan samentumaa tarkemmin optisella leikkauksella (kuvio 34). Paralleelivalaisusta voidaan myös siirtyä helposti tutkimaan mykiön etupintaa peiliheijasteella. Mykiön tulisi tutkia paralleelivalaisulla sekä temporaali- että nasaali-puolelta valaisten, jotta tutkimus olisi perusteellinen. (Helenius 1998; Doshi – Harvey 2003: 48 - 49.)

Havaintojemme mukaan paras kulma valonlähteelle noin 40 - 50 asteen kulma ja suurennus noin 10 - 16x. Valojuovan korkeudeksi havainnoimme noin pupilliaukon korkeuden. Valon kirkkaus tulee olla korkea. Valojuova asetetaan pupilliaukon laitaan ja tarkennus kohdennetaan mykiöön, jolloin nähdään kolmiulotteinen kuva. (Helenius 1998.) Valonlähteen puoleisella laidalla pupilliaukkoa nähdään peiliheijaste mykiön etupinnasta ja pupilliaukon vastakkaisella laidalla nähdään syvempi mykiön keskiosa ja takapinnan peiliheijaste. Keskiosasta voidaan erottaa etummainen ja takimmainen korteksi sekä tuma rajapintoineen. (Helenius 1998; Doshi – Harvey 2003: 48 - 49.)



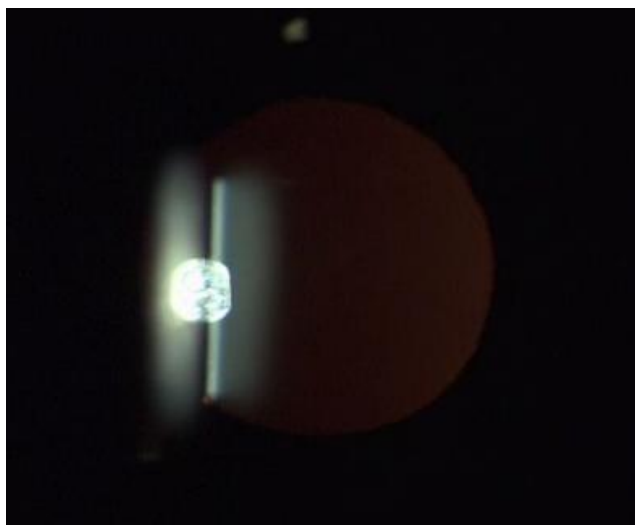
Kuvio 34. Mykiön tutkiminen paralleelivalaisulla, kun tarkennus on mykiön etupinnassa (Ketola ym. 2014).

Peiliheijasteella tutkitaan esimerkiksi mykiön pinnan pigmenttitäpliä ja mykiön pinnan hilseilyä (Doshi – Harvey 2003: 49). Havainnoimme, että peiliheijaste (kuvio 35) saadaan mykiöllä aikaiseksi tuomalla paralleelia juovaa mykiön reunalle noin 20 asteen kulmasta joko nasaaliselta tai temporaaliselta puolelta suurennuksen ollessa noin 6 - 10x. Paralleelivalaisun tarkennus tuodaan mykiön etupinnalle, jolloin saadaan näkyviin kapeahko peiliheijaste mykiön etupinnasta. Kun etupinnan peiliheijaste on saatu aikaiseksi, levennetään juovaa, jolloin mykiön etupinnan peiliheijaste levenee samalla antaen etupinnasta laajemman katselualueen. Mykiön etupinnan tunnistaa sen epätasaisesta, appelsiininkuorimaisesta, rakenteesta. (Doshi – Harvey 2003: 49.)



Kuvio 35. Mykiön etupinta peiliheijasteella (Ketola ym. 2014).

Punaheijaste (kuvio 36) saadaan aikaan heijastamalla mikroskoopin valo verkkokalvosta mykiön läpi takaisin kohti mikroskooppia, jolloin mykiön takaa tuleva vastavalaisu paljastaa mahdolliset samentumat ja vakuolit mykiössä tummina läikkinä, hahtuvina tai epäsäännöllisyytenä muuten tasaisen punaisenvärisenä näkyvässä pupilliaukossa. Mikroskoopin suurennukseksi sopii havaintojemme mukaan 6 - 10x suurennus ja valonlähde asetetaan pieneen, noin 5 - 0 asteen kulmaan, minkä jälkeen kohdennus asetetaan iiriksen tasoon. Valojuovan tulisi olla noin pupillin korkuinen tai hiukan matalampi, leveyden hieman alle yhden millimetrin ja valon kirkkaus maksimissa. (Helenius 1998.) Havainnoimme, että punaheijasteen löytämistä helpottaa valonlähteen edestakainen liikuttelu pupilliaukon reunassa pienin liikkein. Jotta punaheijaste saadaan näkymään kunnolla, voidaan valon korkeutta ja leveyttä säätää tarpeen mukaan. Punaheijastetutkimuksessa tulisi mykiö tutkia sekä temporaali- että nasaalipuolelta valaistena, jotta tutkimus olisi kattava. Jos mykiöstä löytyy samentuma, voidaan sen sijainti määrittellä tarkemmin paralleelilla valolla tai optisella leikkauksella. Punaheijasteella tutkitaan myös mahdollisia puutteita värikalvon rakenteissa iiriksen transilluminaatiolla. (Helenius 1998; Doshi – Harvey 2003: 48.)



Kuvio 36. Mykiön punaheijaste (Ketola ym. 2014).

5 Verkko-oppiminen

Verkko-oppiminen on osa digitaalista viestintää ja se tarkoittaa aikaan tai paikkaan sitoutumatonta oppimista, joka tapahtuu tietoverkkojen välityksellä. Verkko-oppiminen käsittää verkko-oppimateriaalit, -seminaarit ja -kurssit ja toimii käyttäjille nopeasti saa-

tavilla olevana, syventävänä ja todentavana työkaluna. Oppimistilanteessa hyödynnetään viesti- ja tietotekniikkaa. (Kuokkanen – Pohjanoksa – Raaska 2007: 53.)

Verkkopalvelussa materiaalin tulee olla helposti ymmärrettävää ja helposti löydettävää. Verkkotekstiä usein silmäilläään, joten viestin on oltava selkeää. Tekstin tulee olla lyhyt, koska lyhyitä kappaleita on helpompi silmäillä, lukea ja ymmärtää. Kieli on oltava kohderyhmälle ymmärrettävää ja napakkaa. Yksittäisen sivun on luotava oikeanlainen mielikuva kokonaisuudesta, jolloin lukijaa eniten kiinnostava, tärkein asia on esitettävä ensin. (Kuokkanen ym. 2007: 185 - 188.)

Kuvilla on monta tehtävää verkkoviestinnässä – ne parantavat muistettavuutta ja käytettävyyttä, välittävät informaatiota, rakentavat kokonaisuuksia ja luovat mielikuvia. Kuvat auttavat lukijaa hahmottamaan kokonaisuuksia ja ymmärtämään sisältöä. (Kuokkanen ym. 2007: 194 - 196.)

Verkkopalvelun kehitysprojekti jakaantuu välietappeihin – tavoitteisiin, aloitukseen, määrittelyyn, suunnitteluun, toteutukseen, pilottikäyttöön, julkistukseen ja lopetukseen (Kuokkanen ym. 2007: 85).

6 Projektityöskentely ja sen eteneminen

Projektilla tarkoitetaan tietyn asian tekemistä tietyssä ajassa. Projektia rajoittavat aika, kustannukset ja laajuus ja näitä rajoituksia hallitaan suunnittelulla, ohjauksella, organisoinnilla ja kontrolloinnilla. Projektia ajatellaan usein elinkaarimallin kautta, jossa projektin eteneminen jaetaan ideointivaiheeseen, suunnittelu- ja käynnistysvaiheeseen, tuotanto- ja toimeenpanovaiheeseen ja päätösvaiheeseen. (Virtanen 2000: 31.)

6.1 Opinnäytetyöaiheen ideointi ja projektin valmistelu

Projektin valmistelu alkaa jo ennen projektin suunnitteluvaiheen alkamista. Valmistelussa varmistetaan tarvittavien perusresurssien saatavuus ja riittävyys sekä arvioidaan projektin mahdollisuudet käyttää resursseja. Valmistelussa arvioidaan tuotteen mahdollinen tuotto, rahoitusmahdollisuudet ja riskit sekä paikannetaan kohderyhmä, jolle projektin tuote on suunnattu. Projektin toimimisessa korostuu suunnittelun onnistuminen.

Aluksi määritellään projektin tavoitteet. Sitten tehdään projektisuunnitelma, jonka mukaisesti projekti käynnistetään. Käynnistämistä seuraa projektin kontrollointi ja työn jäljen arviointi sekä projektin päättäminen. (Virtanen 2000: 82 - 85, 73.)

Opinnäytetyömme sai alkunsa 8.10.2013 opinnäyteseminaarin yhteydessä, kun hyväksyimme opinnäytetyöaiheemme ohjaajillamme Kaarina Pirilällä ja Eero Kokolla. Halusimme valita opinnäytetyön aiheeksi käytännönläheisen osa-alueen, joka vaati eniten kehittämistä omaa oppimistamme ajatellen. Olimme suorittaneet oftalmologisten mittausten perusteet edellisenä keväänä, mutta aihe tuntui edelleen haastavalta ja vieraalta. Lisäksi huomasimme, että eri lähteet ja tietokannat tarjosivat toisistaan poikkeavaa tietoa mikroskopiasta, esimerkiksi valaisumuotojen käytöstä. Opinnäytetyömme aiheeksi muotoutui verkko-opas silmän etuosan kudosten mikroskopiasta valmistuneille optikoille, optometristeille ja optometristiopiskelijoille. Yhteen koonti ja selkeät käytännönohjeet mikroskooppitutkimuksiin puuttuivat ja toivoimme niiden olevan helposti saatavilla, mieluiten Internetissä.

Halusimme kuvata videot ja ottaa kuvat tuotokseemme itse, jolloin opimme tekniikat tulevaisuutta varten ja materiaalin tyyli pysyisi yhtenäisenä. Näin välttyimme myös tekijänoikeusongelmilta. Internet-sivujen luominen oli kuitenkin meille vieras aihealue. Opinnäytetyöohjaajamme Kaarina Pirilä neuvoi ottamaan yhteyttä mediatekniikan koulutusohjelman yliopettajaan Erkki Rämöön. Tiedustelimme Rämöltä mahdollisuutta projektityöhön mediatekniikan opiskelijoiden kanssa. Erkki Rämö kiinnostui opinnäytetyömme ideasta ja lupasi selvittää yhteistyömahdollisuuksia. Samalla saimme tuhannen euron kustannusarvion projektityön budjetista.

6.2 Projektin suunnittelu

Projektin hyvin tehty suunnitelma on projektityön tärkeimpiä osia. Hyvin tehty suunnitelma ohjaa projektia vaiheesta toiseen ja edistää hankkeen päämäärän saavuttamista. Suunnitelman tekovaiheessa pitää kuitenkin hyväksyä, että projektityön aikana saattaa tapahtua muutoksia, joihin suunnitelma pitää mukauttaa. Tämän takia suunnitelmaa tulee päivittää tarpeen mukaan pitkin tuotantovaihetta ja samalla valvoa suunnitelman toteutumista. (Virtanen 2000: 89 - 90.)

Projektisuunnitelmamme hahmottui lokakuussa valmistelun ohessa. Kartoitimme mahdolliset rahoittajat ja otimme heihin pikaisesti yhteyttä. Halusimme verkko-opaan

mahdollisimman laajaan julkiseen käyttöön alan toimijoiden keskuudessa. Tämä karsi kaupalliset yritykset. Yhteistyökumppaneiksi pyysimme Suomen Optista Toimialaa, Suomen Optikoiden Ammattiliitto ry:tä ja opettajamme Pia Mäkelän kautta Suomen Piilolasiseura ry:tä. Emme kuitenkaan saaneet toimeksiantajaa luultavasti kiinnostuksen puutteen ja epäselvän budjettimme takia. Onneksemme Rämö ilmoitti kuitenkin maksuttoman avun mahdollisuudesta marraskuun puolivälissä 2013 ja pyysi meitä esittelemään opinnäytetyöaiheemme yhteistyötarpeen mediatekniikan opiskelijoille 10.1.2014. Tällöin heillä oli innovaatio-opintoja koskeva seminaari, jossa eri alojen työelämäkumppanit esittelivät yhteistyöprojektejaan. Seminaarissa saimme kolme mediatekniikan opiskelijaa toteuttamaan opinnäytetyöprojektia kanssamme. Sovimme ensimmäisen tapaamisen Erkki Rämön ja mediatekniikan opiskelijoiden Erik Sissalan, Marko Heikkisen ja Eetu Mäkelän kanssa Metropolia Ammattikorkeakoulun Leppävaaran toimipisteelle 24.1.2014. Yhteistyöhenkilöiden varmistuttua saimme viimeisteltyä projektisuunnitelmamme kokonaisuudessaan.

6.3 Projektin eteneminen käytännössä

Tapasimme säännöllisesti mediatekniikan opiskelijoiden kanssa koko projektin ajan. Tapaamisten välillä kuvasimme sekä kirjoitimme materiaalia verkkosivuille opinnäytetyöryhmän kesken. Jokaiselle yhteiselle tapaamiselle mediatekniikan opiskelijoiden kanssa sovimme osatavoitteet. Ohessa oleva projektikuvaus on jäsennelty kronologiseen aikajärjestykseen.

6.3.1 Projektisuunnitelman viimeistely

Tapasimme ensimmäisen kerran koko projektiryhmän kanssa 24.1.2014. Kokouksessa oli mukana myös yliopettaja Erkki Rämö, joka arvioi mediatekniikoiden innovaatioprojektin. Yhteistyössä nivoutui kaksi eri projektia - opinnäytetyömme ja mediatekniikan opiskelijoiden innovaatio-opinnot. Kertasimme molempien projektien tavoitteet ja varmistimme, että ne täyttyvät kummankin projektin osalta. Kävimme läpi myös odotuksia ja aikataulua. Mediatekniikan opiskelijat esittelivät mallin nettisivupohjasta ja sen visuaalisesta ilmeestä. Näytimme esimerkkivideoita mikroskoppinnista ja mikroskoopilla otetuista kuvista.

Sovimme, että 17.2.2014 mennessä videot ja kuvat on kuvattu ja verkko-oppaan jäsentely hahmoteltu, jolloin mediatekniikan opiskelijat pääsisivät asettamaan materiaaleja nettipohjaan ja editoimaan videoita. Tällöin luulimme videomikroskoopin saapuvan aikataulun mukaisesti tammikuun loppuun mennessä, jolloin pääsisimme heti kuvaamaan.

6.3.2 Kuvausten ja editoinnin aloittaminen

Alkuperäisen suunnitelman mukainen aikataulu ei pitänyt, koska alun perin valmistajalta lainaan pyydetty mikroskooppi ei koskaan saapunut. Pääsimme kuvaamaan varalle tulleella mikroskoopilla ensimmäistä kertaa vasta 13.2.2014, jolloin asetettu osatavoite 17.2. siirtyi. Kuvauksissa käyttämämme rakovalomikroskooppi oli CSO SL 990. Mikroskooppiin oli yhdistetty videokamera, jonka kuvankäsittelyohjelma oli Epsilon Lyrae. Haasteeksi koimme kokemattomuutemme uuden mikroskoopin ja videointijärjestelmän käytössä sekä mikroskoopin käsittelyssä. Olisimme kaivanneet tukea ja opastusta vaikeimpien mikroskopointitekniikoiden toteutukseen. Saimme kuvattua luomenkäännön ja sidekalvoa sekä osaa mykiön tutkimusmuodoista, vaikeimmat tutkimusmuodot käsikirjoituksessamme jäivät myöhemmille kuvauskerroille.

17.2.2014 editoimme ensimmäisiä videomateriaaleja yhdessä mediatekniikan opiskelijoiden kanssa iltapäivän ajan. Kokouksessa käytiin läpi kuvaamiamme videoita, kuvia ja nettisivujen asiasisältöä. Mediatekniikan opiskelijat esittelivät muokattua nettisivuston pohjaa, jonka he olivat valmistelleet viime tapaamisesta. Kommentoimme nettisivujen ulkoasua ja annoimme parannusehdotuksia. Kuvattuja mikroskopointivideoita editoitiin yhdessä. Mediatekniikan opiskelijat lupasivat tehdä muutoksia ulkoasuun toiveidemme mukaisesti seuraavaan kokoukseen mennessä. Meidän piti työstää seuraavaa kertaa varten materiaalia nettisivuille sekä kuvata puuttuvat kuvat ja videot. Sovimme, että seuraavassa kokouksessa editoitaisiin lisää.

Kuvasimme mikroskoopin säätömahdollisuuksia ulkoapäin 20.2.2014 opettajamme Matti Paavilaisen avustuksella Metropolia Ammattikorkeakoulun Mannerheimintien toimipisteessä näöntarkastusluokassa. Kuvasimme rakenteeltaan erilaisia mikroskooppeja eri maahantuojilta Paavilaisen järjestelmäkameralla, jotta saisimme mahdollisimman kattavan otoksen erilaisten mikroskooppien säädöistä. Olimme kirjoittaneet kuvauksia varten käsikirjoituksen. Paavilainen toimi kuvaajana meidän ohjatessa haluamamme otokset.

6.3.3 Projektin puoliväli

Kokoontuimme seuraavan kerran koko projektiryhmän kanssa 28.2.2014, jolloin näytimme Internet-sivustoa Erkki Rämölle. Saimme häneltä hyväksynnän sivuston etene- miselle. Lisäksi kävimme läpi projektin muuttunutta aikataulua. Editoimme yhdessä kuvaamiamme videoita mikroskoopin säädöistä, joita täytyi leikata sopivan mittaisiksi sekä lisätä niihin selkeyttäviä tekstejä. Olimme kuvanneet osan videoista vertikaalisesti eli väärinpäin, joten tämä toi oman haasteensa mediatekniikan opiskelijoille saada vi- deot sovitettua laajakuvaan. Lisäksi hioimme yleisesti sivuston sisältöä ja järjestystä. Mediatekniikan opiskelijoiden piti selvittää projektin lopullinen nettiosoite seuraavaan tapaamiseen mennessä.

3.3.2014 kuvasimme viimeiset tutkimusvideot ja -kuvat sarveiskalvosta, etukammiosta ja mykiöstä. Opettajamme Satu Autio avusti meitä haastavimmissa kuvausosioissa. Videomikroskoopin kuvan syvyysterävyys oli pienempi kuin mitä okulaarien kautta näh- ty syvyysterävyys, mikä aiheutti haastetta kuvan laatuun. Erityisesti sarveiskalvon tut- kiminen paralleelivalolla oli hankalaa, sillä 16x suurennuksella mikroskoopin antama kuva ei ollut riittävän tarkka sarveiskalvon limbaalisten alueiden ja sarveiskalvon keski- kohdan välillä syvyyseron takia. Jouduimme tämän takia harjoittelemaan ohjaussauvan liikuttamista kuvaamisen aikana useaan otteeseen, jotta sarveiskalvo näkyisi tarkkana. Muutoin videointi oli nopeutunut kokemuksen kartuttua.

Seuraavana päivänä 4.3.2014 kuvasimme havainnollistavat videot sarveiskalvon tutki- misesta opettajamme Matti Paavilaisen avustuksella. Kuvasimme Paavilaisen järjes- telmäkameralla ulkoisesti sarveiskalvon kahden eri tutkimusmenetelmän eron: tutkimi- nen valonlähdettä kääntämällä ja kääntämättä valonlähdettä. Toinen videoista oli kui- tenkin laadultaan toivomaamme heikompi, joten kuvasimme sen uudelleen 6.3.2014 Paavilaisen kanssa.

18.3.2014 editoimme loput videot ja muokkasimme huomaamiamme virheitä nettisivu- jen tekstisisällössä. Olimme kirjoittaneet suunnitelman virheiden korjaamisesta, mikä nopeutti muokkaamista. Seuraavalla kerralla tekisimme viimeisen hienosäädön net- tisivuille. Mediatekniikan opiskelijat muokkasivat loput kuvat seuraavaan kokoukseen.

6.3.4 Projektin päättäminen

Projektin päättäminen tulisi ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Jotta projekti vastaa kuvausta tietyssä ajassa tehdystä työstä, tulee myös projektin päättymisaikaa olla mietitty. Projektin päätyttyä on saavutettu projektille asetetut tavoitteet ja sen päättymisen julistetaan kokouksella. (Virtanen 2000: 126 - 128.)

Kokoontuimme viimeistä kertaa mediatekniikan opiskelijoiden kanssa 26.3.2014. Olimme tehneet viimeiset muutokset verkko-oppaan teksteihin, jotka vaihdettiin oikeiksi yhdessä. Muokkasimme myös osaa videoiden alkuteksteistä ja tarkistimme kaikkien navigaatioiden ja videoiden toimimisen verkko-oppaassa. Mediatekniikan opiskelijat luovuttivat muokatut videomateriaalit ja kokouspäiväkirjat käyttöömme. Videomateriaaleja aiomme hyödyntää opinnäytetyöesityksessä tarpeeksi hyvän kuvanlaadun varmistamiseksi.

Sivuston siirtäminen lopulliseen osoitteeseen jäi vielä tekemättä. Mediatekniikan opiskelijat tekivät siirron perjantaina 28.3.2014, mutta siirto ei onnistunut odotusten mukaisesti. Opinnäytetyön palautuspäivänä 31.3.2014 sivuston siirto on edelleen kesken, mutta työn alla. Sivuston sisältö on valmis ja projekti julistettiin meidän osaltamme päättyneeksi 31.3.2014.

7 Pohdintaa

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarjota selkeä, helppolukuinen ja ytimekäs verkko-opas mikroskoopin käytöstä ja silmän etuosien tutkimisesta mikroskoopilla. Onnistuimme mielestämme hyvin toteuttamaan opinnäytetyömme tavoitteet. Kokemattomuudestamme huolimatta kuvaamamme videot ja valokuvat ovat hyvälaatuisia suhteessa käyttämämme mikroskoopin tarjoamaan kuvanlaatuun. Olemme tyytyväisiä laatimiimme mikroskopointiohjeisiin, joihin havainnoimme valaisumuotojen astekulmat, valojuovan leveydet ja korkeudet sekä suurennukset itse. Koimme havainnoinnin tarpeelliseksi, sillä lähteet tarjosivat ristiriitaista ja puutteellista tietoa tutkimusmuotojen suorittamisesta. Lisäksi yhteistyö mediatekniikan opiskelijoiden kanssa oli erittäin onnistunutta. Yhteistyömme tuloksena verkko-oppamme on parempi, kuin mitä osasimme toivoa.

Haastavaa opinnäytetyömme etenemisessä oli rahoituksen saaminen ja yhteistyökumppanin löytäminen verkko-oppaan tekemistä varten. Mediatekniikan opiskelijoiden

innovaatioprojektin myötä saimme kuitenkin yhteistyökumppanin toteuttamaan verkko-oppaamme palkkiotta. Verkko-oppaamme tuottamisessa haastavaa oli videomikroskoopin saaminen, mikä hankaloitti aikataulumme. Kun mikroskooppi saatiin ja kuvaukset aloitettiin, osoittautui suurimmaksi haasteeksi videomikroskoopin hallinta ja sen kuvanlaatu suhteessa okulaarien antamaan kuvaan silmästä. Lisäksi oman haasteensa videoiden laatuun toi tietokoneiden erilaiset näytöt. Näytön kontrasti, kaltevuuskulma ja koko vaikuttavat suuresti videoiden ja kuvien laatuun. Erityisesti kaltevuuskulmalla on vaikutusta tummataustaisten videoiden näkymiseen.

Varsinaiseen opinnäytetyöhömme eli verkko-oppaaseen sisältyvät itse kuvaamamme videot ja kuvat sekä teoriaosuudet. Jotta olisimme voineet parantaa työmme lopputulosta, olisi videomikroskoopin pitänyt saapua aikaisemmin. Näin olisi jäänyt enemmän aikaa videoiden hiomiseen ja mahdolliseen uudelleenkuvaamiseen erityisesti haastavien tutkimusmenetelmien kuvaamista varten. Olimme kuvanneet tietämättömyyttämme osan videoista vertikaalisesti eli väärinpäin, joten tämä toi oman haasteensa mediatekniikan opiskelijoille saada videot sovitettua laajakuvaan. Tämän takia videoiden reunalle tuli mustat laidat, jotka olisi saatu poistettua kuvatessa kameralla oikeinpäin. Mediatekniikan opiskelijat saivat kuitenkin videot muokattua asiallisennäköisiksi.

Internet-sivut ovat onnistuneet mielestämme hyvin, vaikka aina löytyy kehitettävää. Kehitysehdotuksemme liittyvät verkko-oppaan käytettävyyden lisäämiseen. Nettisivuille voisi lisätä fontin koonvaihto-ominaisuuden, jolla tekstin kokoa saisi säädettyä katselijalle sopivaksi. Lisäksi sivujen alareunaan voisi lisätä navigaation, jota painamalla pääsisi takaisin sivun yläreunaan. Muuten verkko-oppaamme käytettävyys on mielestämme hyvin onnistunut. Sivut ovat yläpalkin navigaatioiden ansiosta helppokäyttöiset, aihealueet ovat järkevästi jäsenneilty ja sivuston fontti ja kontrastit ovat selkeät. Emme saaneet kuitenkaan varsinaista pilotointia kohderyhmältä tiukasta aikataulusta johtuen, minkä takia verkko-oppaan käytettävyyden arviointi perustuu omiin havaintoihimme.

Havaintopohjaisia ohjeitamme mikroskopointiin voidaan kritisoida, koska olemme tutkineet vain toistemme silmiä. Olemme nuoria ja pupillimme ovat suuret, mikä voi vaikuttaa valajuovan leveyden- ja korkeudensäätöihin sekä mikroskoopin ja valaisujärjestelmän väliseen kulmaan. Olemme kuitenkin pyrkineet vähentämään virheellisten ohjeiden mahdollisuutta antamalla ohjearvoille haarukan, joka pitää sisällään erikokoisten pupillien tutkimisen. Olemme pyrkineet painottamaan, että jokaisen mikroskopointitutkimuksen säädöt täytyy asettaa tilannekohtaisesti.

Jatkotutkimusehdotuksemme on silmänpohjan tutkimisesta ja sen tekniikoista kertova verkko-opas. Verkko-opas toteutettaisiin samalla tyylillä, kuin meidän opinnäytetyömme. Siinä voitaisiin käydä läpi eri oftalmoskopointitekniikat sekä kertoa uusimmista silmänpohjan tutkimuslaitteista. Lisäksi toinen jatkotutkimusehdotuksemme on verkko-opaan nettisivujen ylläpitäminen, päivittäminen sekä parantelu.

Kun pohdimme ammatillista osaamistamme ennen opinnäytetyön aloittamista ja nykyhetkeä, on siinä tapahtunut selkeää kehitystä. Projektin aikana omat mikroskoopin käyttötaitomme ja tutkimusmuotojen hyödyntäminen syventyivät huomasti ja opimme paljon uutta. Kiinnostuksemme mikroskopiaan on kasvanut ja uskomme, että opinnäytetyön ansiosta mikroskoopin käyttäminen osana näöntutkimusrutiinejamme tulee lisääntymään.

8 Loppusanat

Haluamme kiittää kaikkia projektiin osallistuneita. Etenkin suuri kiitos mediatekniikan opiskelijoille Erik Sissalalle, Marko Heikkiselle ja Eetu Mäkelälle, jotka jaksoivat olla kärsivällisiä toteuttaessaan verkko-opasta kanssamme. Erityiskiitos myös opettajallemme Matti Paavilaiselle, joka oli tukenamme ammatillisesti sekä henkisesti koko opinnäytetyöprosessin ajan. Haluamme myös kiittää ohjaajiamme Kaarina Pirilää ja Eero Kokkoa, lehtori Pia Mäkelää teoriaosuuksiemme oikolukemisesta, Erkki Rämöä tuestaan yhteistyökumppanin hankkimisessa sekä Satu Autiota käytännön neuvoista. Haluamme tietenkin kiittää myös kotijoukkoja tuesta ja myötäelämisestä.

Lähteet

Airaksinen, Tiina - Vilkka, Hanna 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Anatomy of the Human Eye 2005. Mission for Vision. Verkkodokumentti.
<<http://www.images.missionforvisionusa.org/anatomy/2006/02/eye-microscopic-section-labeled.html>>. Luettu 19.1.2014.

Azar, Dimitri T. – Dohlman, Claes H. - Foster, Stephen 2005. Smolin and Thoft's The Cornea: Scientific Foundations and Clonical Practice. 96 - 99. 4. painos. USA: Lippincott Williams & Wilkins.

Barsky, David n.d. Anatomy of The Uveal Tract. Oculist. Verkkodokumentti.
<<http://www.oculist.net/downaton502/prof/ebook/duanes/pages/v4/v4c031.html>>. Luettu 19.1.2014.

Bausch & Lomb Incorporated 2013. Corneal vascularization. Verkkodokumentti.
<<http://www.bausch.co.za/ecp/-/m/BL/South%20Africa/Images/ECP/For%20Your%20Practice/Clinical%20Photos/Stroma/Corneal-vascularization.jpg>>. Luettu 6.1.2014.

Biomechanics of the Human Sclera n.d. Nguyen Lab. Verkkodokumentti.
<http://me.jhu.edu/tnguy108/Research_Interests/Human_Sclera.html>. Luettu 3.2.2014.

“Cell and flare” in the eye (Video) n.d. Root eye network. Verkkodokumentti.
<<http://www.rootatlas.com/wordpress/video/561/cell-and-flare-in-the-eye-video/>>. Luettu 17.3.2014.

Conjunctiva (answers) n.d. Mission for vision 2005. Verkkodokumentti.
<<http://www.images.missionforvisionusa.org/anatomy/2005/11/conjunctiva-answers.html>>. Luettu 16.1.2014.

Davies, Ian – Meyler, John – Veys, Jane 2007. Essential contact lens practice. Part 4 - Assessment of the tear film. Verkkodokumentti.
<<http://www.opticianonline.net/assets/getAsset.aspx?ItemID=3744>>. Luettu 23.3.2014.

Delamere, Nicholas A. n.d. The Lens. Oculist. Verkkodokumentti.
<<http://www.oculist.net/downaton502/prof/ebook/duanes/pages/v8/v8c010.html#top>>. Luettu 19.1.2014.

Differences in the anatomy of the eye n.d. Vision for Tomorrow Foundation. Verkkodokumentti. <http://www.visionfortomorrow.org/aniridias-impact-on-vision/>. Luettu 22.1.2014.

Doshi, Sandip - Harvey, William 2003. Investigate techniques and ocular examination. 1. painos. USA: Butterworth - Heinemann.

Dunkan, George – Wormstone, I. Michael n.d. Physiology of the Lens. Oculist. Verkkodokumentti.
<<http://www.oculist.net/downaton502/prof/ebook/duanes/pages/v1/v1c072a.html#len>>.
Luettu 19.1.2014.

Dunne, Mark C. - Eperjesi, Frank – Bartlett, Hannah E. 2007. Ophthalmic Clinical Procedures: A Multimedia Guide. 1. painos. Butterworth Heinemann Elsevier. Verkkokirja.
<<http://books.google.fi/books?id=6-9YSrbLkIEC&printsec=frontcover&hl=fi#v=onepage&q&f=false>>. Luettu 23.3.2014.

Edwards, Keith – Logan, Nicola – Rosenfield, Mark 2009. Optometry: Science, Techniques and Clinical Management. 2. painos. Butterworth Heinemann Elsevier. Verkkodokumentti.
<http://books.google.fi/books?id=dv2g8aOlhhsC&printsec=frontcover&hl=fi&source=gs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false> . Luettu 11.12.2013.

Efron, Nathan 2001. The Cornea: its examination in contact lens practice. 1. painos. Oxford: Butterworth – Heinemann.

Efron, Nathan 2010. Contact lens practice. 2. painos. USA: Butterworth - Heinemann.

Elkington, Andrew R. – Frank, Helena J. – Greaney, Michael J. 2006. Clinical Optics. 3. painos. Oxford: Blackwell Science.

Eperjesi, Frank 2013. Making sense of slit lamps and the human eye. UK: Mardeno publishing. Verkkodokumentti. <<http://www.keeler-symphony.com/docs/default-source/default-document-library/-keeler-making-sense-of-slit-lamps-interim-v1.pdf?sfvrsn=4>>. Luettu 4.3.2014.

Evolving practice trends & the value of building a successful 1-day practice 2012. Contact lenses today. Verkkodokumentti.
<<http://www.clspectrum.com/articleviewer.aspx?articleID=107062>>. Luettu 17.3.2014.

Eyelid Anatomy n.d. Maidstone Eye Practice. Verkkodokumentti.
<<http://kenteyesurgery.co.uk/common-eye-conditions/blepharitis-2/eyelid-anatomy>>.
Luettu 15.1.2014.

Facts about dry eye 2009. National Eye Institute. Verkkodokumentti.
<<https://www.nei.nih.gov/health/dryeye/dryeye.asp>>. Luettu 23.3.2014.

Forrester, John – Dick, Andrew – McMenamin, Paul – Lee, William 1999. The Eye. W. B. Saunders. Harcourt Brace & Company Limited.

Glaukoomatyypit 2009.Tohtori. Verkkodokumentti.
<<http://www.tohtori.fi/?page=2773743&id=8270951>>. Luettu 17.3.2014.

Hamano, Hikaru - Kaufman Herbert 1997. Corneal physiology and disposable contact lenses. USA: Butterworth - Heinemann.

Healthline Editorial Team n.d. Sclera. Healthline. Verkkodokumentti.
<<http://www.healthline.com/human-body-maps/sclera>>. Luettu 19.1.2014.

Hecht, Eugene 1998. Optics. 3. painos. Addison – Wesley.

Helenius 1998. Mykiön tutkiminen biomikroskooppia käyttäen. Helsinki. Verkkodokumentti. <<http://www.helsinki.fi/laak/silk/opetus/paja98/mykio.html>>. Luettu 13.1.2014.

Holopainen, Juha – Tuisku, Ilpo 2011. Kyynelelimet ja kyynelelinten sairaudet. Teoksessa Saari, K. M. (toim.) Silmätautioppi. 6. uudistettu painos. Keuruu: Kandidaattikustannus Oy.

Imaging Module IM 900 n.d. Haag-Streit diagnostics. Verkkodokumentti.
<<http://www.haag-streit.com/products/imaging-solutions/bq-900r-imaging/imaging-module-im-900r.html>>. Luettu 15.2.2014.

Introduction – Van Herick 2013. The university of Iowa health care. Verkkodokumentti.
<http://www.gonioscopy.org/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=118&Itemid=679>. Luettu 17.3.2014.

Iris transillumination n.d. The University of Arizona. Verkkodokumentti.
<<http://disorders.eyes.arizona.edu/category/clinical-features/iris-transillumination>>. Luettu 7.3.2014.

Kammionesteen kierto n.d. Pfizer. Verkkodokumentti.
<<http://www.glaukooma.com/silmanrakenne.html>>. Luettu 27.10.2013.

Kanski, Jack J. 2003. Clinical ophthalmology a systematic approach. 5. painos. USA: Butterworth-Heineman.

Kari, Osmo – Saari, K. Matti 2011. Sidekalvo ja sidekalvon sairaudet. Teoksessa Saari, K. M. (toim.) Silmätautioppi. 6. uudistettu painos. Keuruu: Kandidaattikustannus Oy.

Kari, Osmo 2009. Kuivasilmäisyys – lisääntyvä vaiva. Duodecim. Verkkodokumentti.
<<http://www.terveyskirjasto.fi/xmedia/duo/duo97991.pdf>>. Luettu 23.3.2014.

Ketola, Eveliina – Pohjasniemi, Vilma – Silvasti, Sanni 2014. Optometrian koulutusohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Helsinki.

Khurana, AK 2008. Theory and Practice of Optics and Refraction. 2. painos. India: Elsevier. Verkkodokumentti.
<<http://books.google.fi/books?id=qYeD3VHi8OsC&pg=PA396&lpg=PA396&dq=slit+lamp+optical+viewing+system&source=bl&ots=8GvPi9ng2&sig=WAQTL#v=onepage&q=slit%20lamp%20optical%20viewing%20system&f=false>>. Luettu 10.12.2013.

Kivelä, Tero – Saari, K. Matti 2011. Suonikalvosto ja sen sairaudet. Teoksessa Saari, K. M. (toim.) Silmätautioppi. 6. uudistettu painos. Keuruu: Kandidaattikustannus Oy.

Kivelä, Tero 1998. Silmän etuosien tutkiminen biomikroskoopilla. Helsinki. Verkkodokumentti. <<http://www.helsinki.fi/laak/silk/opetus/paja98/etuosa.html>>. Luettu 17.11.2013.

Kivelä, Tero 2011. Silmän rakenne ja toiminta. Teoksessa Saari, K. Matti (toim.) Silmätautioppi. 6. uudistettu painos. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

Krumholz, David M. – Portello, Joan K. 2008. Dilation of the Pupil. In Bartlett, Jimmy D. – Jaanus, Siret D. (eds.): Clinical Ocular Pharmacology. 5. painos. St. Louis Missouri: Butterworth Heinemann Elsevier

Kuokkanen, Eevi – Pohjanoksa, Iiro – Raaska, Timo 2007. Viesti verkossa - Digitaalisen viestinnän käsikirja. Juva: WS Bookwell Oy.

Kuszak, J.R. – Al-Ghoul, K.J. – Costello, M.J. n.d. Pathology of Age-Related Human Cataracts. Oculist. Verkkodokumentti. <<http://www.oculist.net/downaton502/prof/ebook/duanes/pages/v1/v1c071b.html>>. Luettu 19.1.2014.

Kuszak, J.R. – Costello, M.J. n.d. Embryology and Anatomy of Human Lenses. Oculist. Verkkodokumentti. <<http://www.oculist.net/downaton502/prof/ebook/duanes/pages/v1/v1c071a.html>>. Luettu 19.1.2014.

Lawrenson, John 2010. The Anterior Eye. Contact lens practice. 2. Painos. USA: Butterworth-Heinemann.

LED Illumination n.d. Haag-Streit diagnostics. Verkkodokumentti. <<http://www.haag-streit.com/products/slitlamp/slit-lamp-accessories/led-illumination.html>>. Luettu 12.2.2014.

Lee, Agnes – Shaw, Mary E. – Stollery, Rosalind 2010. Ophthalmic Nursing. 4. painos. United Kingdom: Wiley – Blackwell. Verkkodokumentti. <http://books.google.fi/books?id=nXoO3TLzEpQC&printsec=frontcover&hl=fi&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Luettu 28.11.2013.

Luomien ja kyynelteiden rakenne n.d. Lea-Test. Verkkodokumentti. <<http://www.lea-test.fi/su/silmat/luomien.html>>. Luettu 15.1.2014.

Mäntyjärvi, Maija - Nummelin, Kari – Saari, K. Matti – Summanen, Paula 2011. Teoksessa Saari, K. Matti (toim.) Silmätautioppi. 6. uudistettu painos. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

Paavilainen, Matti 2014. Optikko. Instru Optiikka Oy, Metropolia Ammattikorkeakoulu. Helsinki. Henkilökohtainen tiedonanto 17.3.2014.

Park, Kay L. 2011. Chaptet 160 – Anatomy of Uvea. Medtextfree. Verkkodokumentti. <<http://medtextfree.wordpress.com/2011/01/21/chapter-160-anatomy-of-the-uvea/>>. Luettu 19.1.2014.

Patel, Bhupendra 2013. Eyelid Anatomy. Overview. Medscape. Verkkodokumentti. <<http://emedicine.medscape.com/article/834932-overview>>. Luettu 15.1.2014.

Saari, Matti K. – Kari, Osmo 2011. Sidekalvo ja sidekalvon sairaudet. Teoksessa Saari, K. M. (toim.) Silmätautioppi. 6. uudistettu painos. Keuruu: Kandidaattikustannus

Sandberg, Minna n.d. Kuivat silmät. Suomen silmälääkäriyhdistys RY. Verkkodokumentti. <http://www.silmalaakariyhdistys.fi/fin/silmataudit_ja_nakeminen/kuivat_silmat/>. Päivitetty 23.2.2014.

Senile cataract n.d. Eyesecure. Verkkodokumentti. <<http://eyesecure.com/Default.aspx?ID=142>>. Luettu 20.1.2014.

Silmän linssirakenne n.d. Lasertrust. Verkkodokumentti. <<http://lasertrust.com/laserleikkaus-infoa/silman-rakenne/>>. Luettu 18.11.2013.

Slit lamp examination n.d. American Academy of Optometry. Verkkodokumentti. <<http://www.academy.org.uk/lectures/eperjesi5.htm>>. Luettu 13.2.2014.

Hirji, Nizar K. – Morris, Judith n.d. mukailleet Janet Stonen artikkelia The slit lamp biomicroscope in optometric practice. 2. painos.

Teräsvirta, Markku 2011. Mykiö ja sen sairaudet. Teoksessa Saari, K. M. (toim.) Silmätautioppi. 6. uudistettu painos. Keuruu: Kandidaattikustannus Oy.

Uusitalo, Hannu 2011. Kovakalvo ja kovakalvon sairaudet. Teoksessa Saari, K. M. (toim.) Silmätautioppi. 6. uudistettu painos. Keuruu: Kandidaattikustannus Oy.

Vesti, Eija 2011. Silmäluomet ja luomien sairaudet. Teoksessa Saari, K. M. (toim.) Silmätautioppi. 6. uudistettu painos. Keuruu: Kandidaattikustannus Oy.

Veys, Jane – Meyler, John – Davies, Ian 2009. Essential Contact Lens Practice. 1. painos. The Vision Care Institute of Johnson & Johnson Medical Ltd.

Virtanen, Petri 2000. Projekityö. 1. painos. Helsinki: WSOY.

Wagner, Burkhard 2001. Eye Examination with the Slit Lamp. 2. painos. Verkkodokumentti. <[https://www.zeiss.com/88256DE3007B916B/0/506FBA0E8FCB598E882571D8007D4B40/\\$file/spaltlampen_eye_exam_en.pdf](https://www.zeiss.com/88256DE3007B916B/0/506FBA0E8FCB598E882571D8007D4B40/$file/spaltlampen_eye_exam_en.pdf)>. Luettu 30.12.2013.

Wagner, Burkhard – Wilke, Robert n.d. Van Herick´s method of the estimation of the chamber angle. Verkkodokumentti.
<[http://www.zeiss.com/C125679E00525939/EmbedTitelIntern/Van_Herick_en/\\$File/Van_Herick_en.pdf](http://www.zeiss.com/C125679E00525939/EmbedTitelIntern/Van_Herick_en/$File/Van_Herick_en.pdf)>. Luettu 27.10.2013.

Pöytäkirja: Mikroskopointi projekti 24.1.2014

Kokous

Paikka: Metropolia, Leppävaara

Osallistujat:

Erkki Rämö

| | |
|-------------------|---------------------------------|
| Heikkinen Marko | marko.heikkinen@metropolia.fi |
| Ketola Eveliina | eveliina.ketola@hotmail.com |
| Mäkelä Eetu | eetu.mäkelä@metropolia.fi |
| Pohjasniemi Vilma | vilma.pohjasniemi@metropolia.fi |
| Silvasti Sanni | sanni.silvasti@metropolia.fi |
| Sissala Erik | erik.sissala@metropolia.fi |

Kokouksessa käsiteltiin:

Kokous aloitettiin projektiin osallistuvien esittelyllä, jonka jälkeen opinnäytetyötä tekevät optometrian opiskelijat esittelivät mitä he olivat tekemässä ja mitä he haluavat mediatekniikan opiskelijoiden tekemän projektityössä. Tarkoituksena olisi luoda nettisivut, jossa julkaistaan optometrian opiskelijoiden tekemää materiaalia valmistuneille optikoille ja opiskelijoille oppimateriaaliksi. Sivuille optometrian opiskelijoiden olisi tarkoitus luoda tekstiä, kuvia ja videoita. Tässä mediatekniikan opiskelijat osallistuisivat tulevien videoiden editointiin ja nettisivujen luomiseen. Nettisivut päätettiin luoda Wordpress-ohjelmalla, johon on helppo luoda kyseisen tyylisiä materiaaleja.

Sivu on alustavasti tarkoitus julkaista osoitteessa:

mikroskopointi.metropolia.fi

Seuraava kokous päätettiin pidettäväksi 17.2. klo 12.00->

Pöytäkirja: Mikroskopointi projekti 17.2.2014

Kokous

Paikka: Metropolia, Leppävaara

Osallistujat:

| | |
|-------------------|---------------------------------|
| Heikkinen Marko | marko.heikkinen@metropolia.fi |
| Ketola Eveliina | eveliina.ketola@hotmail.com |
| Mäkelä Eetu | eetu.mäkelä@metropolia.fi |
| Pohjasniemi Vilma | vilma.pohjasniemi@metropolia.fi |
| Silvasti Sanni | sanni.silvasti@metropolia.fi |
| Sissala Erik | erik.sissala@metropolia.fi |

Kokouksessa käsiteltiin:

Kokouksessa käytiin läpi asiakkaiden kuvaamia videoita, kuvia ja asiasisältöä. Mediatekniikan opiskelijat esittelivät nettisivuston pohjaa, jonka he olivat tehneet. Optometristiopiskelijat kommentoivat ulkoasua ja antoivat parannusehdotuksia siihen. Kuvaattuja mikroskopointivideoita editointiin yhteisesti.

Mediatekniikan opiskelijat lupasivat tehdä muutokset ulkoasuun toiveiden mukaisesti seuraavaan kokoukseen mennessä. Optometristiopiskelijat työstävät materiaalia nettisivuille ja kuvaavat lisää kuvia ja videoita. Seuraavassa kokouksessa editoidaan lisää.

Seuraava kokous päätettiin pidettäväksi 28.2 klo.13->

Pöytäkirja: Mikroskopointi projekti 28.2.2014

Kokous

Paikka: Metropolia, Leppävaara

Osallistujat:

Erkki Rämö

| | |
|-------------------|---------------------------------|
| Heikkinen Marko | marko.heikkinen@metropolia.fi |
| Ketola Eveliina | eveliina.ketola@hotmail.com |
| Mäkelä Eetu | eetu.mäkelä@metropolia.fi |
| Pohjasniemi Vilma | vilma.pohjasniemi@metropolia.fi |
| Silvasti Sanni | sanni.silvasti@metropolia.fi |
| Sissala Erik | erik.sissala@metropolia.fi |

Kokouksessa käsiteltiin:

Kokoonnuimme neuvottelutilassa, jossa näytimme sivustoa yliopettaja Erkki Rämölle, jolta saimme hyväksynnän sivustosta. Lisäksi kävimme läpi yleisesti projektin aikataulutusta. Olimme pysyneet hyvin aikataulussa, eikä suurempia ongelmia ole tullut vastaan. Sovimme, että käsikirjoitusta tai teknistä suunnitelmaa ei tarvitse tehdä, jos se ei tuo mitään uutta tietoa projektista. Projektin lopullisesta sijoituspaikasta pitää kysyä Pekka Perälammelta. Osoitteeksi tulee mikroskopointi.metropolia.fi.

Seuraavaksi siirryimme editoimaan ja leikkaamaan optometristiopiskelijoiden kuvaamia videoita erilaisista silmientutkintaoperaatioista. Videoita täytyi leikata sopivan mittaisiksi sekä lisätä niihin tekstiä. Videot oli myös kuvattu vertikaalisesti eli väärinpäin, joten tämäkin toi oman haasteensa saada ne sovitettua laajakuvaan. Lisäksi hioimme yleisesti sivuston sisältöä.

Seuraava kokous päätettiin pidettäväksi 18.3. klo.13.30 ->

Pöytäkirja: Mikroskopointi projekti 18.3.2014

Kokous

Paikka: Metropolia, Leppävaara

Osallistujat:

| | |
|-------------------|---------------------------------|
| Heikkinen Marko | marko.heikkinen@metropolia.fi |
| Ketola Eveliina | eveliina.ketola@hotmail.com |
| Mäkelä Eetu | eetu.mäkelä@metropolia.fi |
| Pohjasniemi Vilma | vilma.pohjasniemi@metropolia.fi |
| Silvasti Sanni | sanni.silvasti@metropolia.fi |
| Sissala Erik | erik.sissala@metropolia.fi |

Kokouksessa käsiteltiin:

Kokoonnuimme Leppävaaran toimipisteessä. Editoinne loput videot ja muokkasimme optometristiopiskelijoiden huomaamia virheitä nettisivujen tekstisisällössä. He olivat kirjoittaneet suunnitelman ylös, mikä nopeutti muokkaamista.

Seuraavalla kerralla teemme viimeisen hienosäädön nettisivuille. Kaikki videot ja teksti tarkistetaan. Mediatekniikan opiskelijat muokkaavat loput kuvat ensi kokoukseen mennessä.

Seuraava kokous päätettiin pidettäväksi 26.3. klo 10.00 ->

Pöytäkirja: Mikroskopointi projekti 26.3.2014

Kokous

Paikka: Metropolia, Leppävaara

Osallistajat:

| | |
|-------------------|---------------------------------|
| Heikkinen Marko | marko.heikkinen@metropolia.fi |
| Ketola Eveliina | eveliina.ketola@hotmail.com |
| Mäkelä Eetu | eetu.mäkelä@metropolia.fi |
| Pohjasniemi Vilma | vilma.pohjasniemi@metropolia.fi |
| Silvasti Sanni | sanni.silvasti@metropolia.fi |
| Sissala Erik | erik.sissala@metropolia.fi |

Kokouksessa käsiteltiin:

Kokoonnuimme Metropolian Leppävaaran toimipisteessä. Optometrian opiskelijat olivat tehneet viimeiset muutokset teksteihin, jotka vaihdettiin oikeiksi yhdessä. Muokkasimme myös muutaman videon alkutekstin ja tarkistimme kaikkien navigaatioiden ja videoiden toimimisen nettialustalla. Mediatekniikan opiskelijat luovuttivat muokatut video-materiaalit ja kokouspäiväkirjat optometrian opiskelijoille.

Sivuston siirtäminen lopulliseen osoitteeseen jäi vielä tekemättä. Mediatekniikan opiskelijat lupaavat tehdä siirron tämän viikon perjantaina ja olla sen tiimoilta yhteydessä. Muuten sivusto on valmis ja tämä on viimeinen yhteinen kokouksemme.

Käsikirjoitus tutkimusmenetelmien ja valaisumuotojen kuvaamiseen

Still-kuvat:

Suora valaisu (Direct illumination):

- Paralleeli valo (Paralleliped)
- Optinen leikkaus (Optical section)
- Valotie
- Diffuusi valaisu
- Peiliheijastus (Specular reflection)

Epäsuora valaisu (Indirect illumination):

- Kokonaisheijastusvalaisu (Sclerotic scatter)
- Vastavalaisu (Retroillumination)

- Luomet
 - Leveä palkki, suurehko valonintensiteetti. Laitetaan diffuuseri valon eteen
 - Tutkitaan luomet niiden ollessa kiinni
 - Tutkittava avaa silmänsä -> luomen sidekalvot vetämällä ensin alaluomi alas, sitten kohotetaan yläluomea ja tutkitaan ripsiraja ja harmaajuova
- Luomen kääntö -> lukitaan mikroskooppi, käännetään luomi (puikko tai sormi, kumpi helpompi)
- Kyynelneste
 - Partikkelit ja öljy -> ensin pienempi suurennus, etsitään peiliheijaste. Vaihetaan suurempi suurennus ja tarkennetaan kyynelnesteeseen -> tutkittava räpyttelee, kuvataan partikkelien liike
 - Laitetaan peiliheijasteen päälle diffuuseri -> lisätään valon kirkkautta ja kuvataan öljyn liike
 - Viimeiseksi kyynelprisma. Keski-suuri suurennus ja lyhyin palkki -> arvioidaan korkeus ja tasaisuus
- Silmän sidekalvo ja kovakalvo
 - yleiskuva alaluomi alas vedettynä, diffuusivalo, pieni suurennus
- SAK
 - Kokonaisheijastusvalaisu: paralleeli, pieni suurennus. Tarkennus sak keskelle, poikeutetaan temp. puolelle, valo tulee nas. puolelta ulos.
 - Skannaaminen: kahdella tekniikalla. Valonlähde kääntäen ja valonlähdettä kääntämättä (tähän mukaan limbuksen retro verisuonille!). Kuvat kun tutkitaan sak ala- ja yläosat.
 - Vastavalaisu: valo nas. puolelta kun kuvataan temp. limbusta ja toisin päin! Suuri suurennus ja paralleeli juova
 - Peiliheijaste: suuri suurennus, valon kulma ylös! Kuva tästä riittää, koska 40x suurennuksella vaikea ottaa videota
- Mykiö
 - Optinen leikkaus: kapea juova kork. intensiteetti, skannataan
 - Paralleeli: paralleeli juova ja korkea intensiteetti, skannataan
 - Punaheijaste: lyhyt juova, optinen leike, kova intensiteetti
 - Peiliheijaste: paralleeli, kova intensiteetti
- lisäksi tutkitaan etukammion terveydentila (valotie) ja kammiokulman syvyyden arviointi (van Herick -menetelmällä)

Käsikirjoitus mikroskoopin ulkoisten osien ja säätöjen kuvaamiseen

1. Yleiskuvaus mikroskoopista
 - mikroskooppi kuvataan siten, ettei mikroskoopin yhteydessä oleva tietokoneen näyttö näy -> valaisu- ja tarkastelujärjestelmä erotettuna
 - kuvataan ylhäältä alas hitaasti -> videoon osien nimet!
 2. Suurennuksen vaihtajat
 - pyörivä ja 1.0-1.6x kuvataan erikseen!
 - vaihdetaan videolla suurennusta pari kertaa
 3. Ohjaussauvan paikka ja toiminnot
 - kelkan liikuttaminen ylös ja alas sekä sivuille
 - kuvataan kelkan lukitus
 4. Juovan korkeudensäätö
 - virrat valmiiksi päällä
 - kuvataan eri videot valonlähde alhaalla ja valonlähde ylhäällä
 - kuvakulmassa sauvassa näkyvä juova ja säätönappula samaan aikaan
 5. Juovan leveydensäätö
 - kuvataan eri videot valonlähde alhaalla ja valonlähde ylhäällä
 - kuvakulmassa sauvassa näkyvä juova ja säätönappula samaan aikaan
 6. Suodattimet
 - näytetään suodattimien sijainti mikroskoopissa, jossa valonlähde ylhäällä
 7. Diffuuseri
 - paikalleen laitto ja pois ottaminen niin, että juova näkyy tarkennussauvassa
 - kaksi erilaista
 8. Valojuovan kierto
 - kuvataan niin, että tarkennussauvassa näkyy juovan asento samalla kun kierretään valonlähdettä
 - kuvataan eri videot valonlähde alhaalla ja valonlähde ylhäällä
 9. Poikkeutus
 - kuvataan sivusta poikkeutuksen säätö samalla, kun tarkennussauvasta näkyy juovan liike sivuille
 - mikroskoopissa, missä valonlähde ylhäällä näytetään kuinka poikkeutuksen lukitus tuo juovan takaisin paikoilleen
 - mikroskoopissa, missä valonlähde alhaalla erikseen video
 - kirjalliset ohjeet mikroskoopin poikkeuttamiseen, missä valonlähde ylhäällä! Liitetään videoon!
- Tarpeen tullen käännetään tarkennussauvaa niin, että juova näkyy kuvaussuuntaan kunnolla!
10. Okulaarien säätö silmälaseilla
 - asetetaan tarkennussauva omalle paikalleen -> käännetään okulaarit plussalle ja säädetään monokulaarisesti okulaarit sopivaan asentoon
 - tarkennussauvassa paralleeli juova näön vuoksi
 - kuvataan hiukan yläviistosta niin, että okulaarien numerot näkyvät
 - asetetaan PD sopivaksi
 11. Okulaarien säätö ilman silmälaseja
 - otetaan lasit pois
 - vedetään okulaarien tuubit itseä kohti
 - säädetään okulaarit monokulaarisesti oikeaan voimakkuuteen kohdan 10. mukaisesti
 - otetaan tarkennussauva pois säädön jälkeen

12. Asiakkaan säätäminen

- kuvataan viistosta niin, että cantus-merkki näkyy, otsatuki ja leukatuki näkyvät
- asiakas asettuu paikoilleen tahallisesti hiukan huonosti
- työnnetään asiakkaan pää otsatukeen kiinni ja säädetään leukatuen avulla asiakkaan silmäkulma cantus-merkin tasolle
- merkitään videoon silmäkulman ja cantus-merkin sama taso

13. SAK havainnollistavat videot ulkoa päin

- valo käännettynä ja kääntämättä erikseen
- niin että asiakas ja tutkittava näkyvät yhtä aikaa