



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Laura Alander, Miikka Pasanen

# Silmäproteesit ja kosmeettiset piilolinssit

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Optometristi AMK

Optometrian koulutusohjelma

Opinnäytetyö

31.3.2018

Tekijät Otsikko	Laura Alander, Miikka Pasanen Silmäproteesit ja kosmeettiset piilolinssit
Sivumäärä Aika	54 sivua + 2 liitettä 31.3.2018
Tutkinto	Optometrismi (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Optometrian tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Optometrismi
Ohjaajat	Lehtori Juha Päällysaho Lehtori Kaisa Sten
<p>Opinnäytetyö on kirjallisuuskatsaus, johon on koottu silmän kannalta oleellisten kosmeettisten apuvälineiden tarjonta, valmistusmateriaalit ja -prosessi, hankkimisprosessi sekä historian ja tulevaisuuden näkymiä. Lisäksi opinnäytetyö käsittelee kosmeettisten apuvälineiden käyttöön liittyviä käytännön huomioita ja komplikaatioita. Tällaista työtä ei ole aiemmin tehty suomen kielellä.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena on rakentaa tietopaketti optisen alan ammattilaisille, jotka haluavat ohjata silmäproteeseista tai kosmeettisista piilolinssistä hyötyviä asiakkaitaan. Opinnäytetyö toimii myös yleissivistyksen lisääjänä niin palveluntarjoajille kuin kuluttajillekin.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Tutkimuskysymykset olivat: Millaisia vaihtoehtoja on silmän kosmeettiselle korjaukselle, kenelle apuvälineitä voidaan sovittaa, millä perusteilla ja millainen on asiakkaan hoitopolku? Kirjallisuuskatsauksen aineisto on kerätty kirjallisuudesta, tieteellisistä artikkeleista, luotettavista verkkosivustoista sekä tietokannoista ja asiantuntijahaastatteluista.</p> <p>Tuloksissa käsitellään okularistien ja optikoiden/optometrismien välisiä eroja ja yhteneväisyyksiä sekä alojen yhteistyön kehittämideoita ja integraatiota. Lisäksi pohditaan lähitulevaisuudessa tapahtuvia okularistien alaa mahdollisesti muokkaavia muutoksia.</p>	
Avainsanat	silmäproteesit, kuoriproteesit, kosmeettiset piilolinssit

Authors Title	Laura Alander, Miikka Pasanen Ocular prosthetics and prosthetic contact lenses
Number of Pages Date	54 pages + 2 appendices 31.3.2018
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Optometry
Specialisation option	Optometry
Instructors	Juha Päällysaho Senior Lecturer Kajsa Sten Senior Lecturer
<p>This thesis is a literature review, that addresses the selection, manufacturing materials and process, the acquisition process, as well as history and future prospects of eye related cosmetic aids. In addition, this thesis addresses practical remarks and complications related to the use of ocular prosthetics. Such study has not been carried out in Finnish language before.</p> <p>The objective for this thesis was to create an informative tool for optometrists and opticians, who want to advise their customers of ocular prosthetics. This thesis also offers common knowledge for both service providers and consumers.</p> <p>The thesis was carried out as a descriptive literature review. The research questions were: What are the options for an eye's cosmetic correction, who is eligible to be fitted with them, with what premises, and how does the customer's treatment path look like? The material was gathered using literature, scientific articles, reliable websites and databases, as well as expert interviews.</p> <p>The differences and similarities between ocularists and opticians/optometrists as well as ideas for cooperation and integration between the two fields are discussed in the conclusion chapter of the thesis. Future changes potentially affecting the field of ocularists are also examined.</p>	
Keywords	ocular prosthetic, scleral shell, prosthetic contact lenses

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyö ja sen toteutus	1
2.1	Tavoite ja tarkoitus	2
2.2	Asiantuntijahaastattelut	3
3	Silmäproteesit kautta aikain	3
3.1	Esihistoria	4
3.2	Lähihistoria	4
3.3	Nykypäivä	9
3.4	Tulevaisuus	10
4	Silmäproteesien valmistusmateriaalit	12
4.1	Akryylimuovi	12
4.2	Kryoliittilasi	12
5	Silmäproteesien valmistaminen	13
5.1	Akryylisen silmäproteesin valmistaminen	13
5.1.1	Jäljitelmä silmäkuopasta	13
5.1.2	Muotti silmäproteesille	16
5.1.3	Akryylisen silmäproteesin valmistaminen muotista	17
5.1.4	liris ja sarveiskalvo	19
5.1.5	Pupilli	20
5.1.6	Kovakalvo	21
5.1.7	Viimeistely	22
5.2	Akryylisen kuoriproteesin valmistaminen	23
5.3	Lasisen silmäproteesin valmistaminen	25
6	Silmäproteesia edeltävät toimenpiteet	27
6.1	Eviskeraatio	28
6.2	Enukleaatio	29
6.3	Leikkauksen jälkeen	30
7	Silmäproteesin sovittaminen	31
7.1	Akryylisen silmäproteesin sovitus	31
7.2	Lasisen silmäproteesin sovitus	32

8	Silmäproteesin käyttö ja hoito	32
8.1	Silmäproteesin käyttö	33
8.2	Silmäproteesin hoito	35
9	Silmäproteesien käyttöön liittyviä komplikaatioita	37
9.1	Silmäkuopan komplikaatiot	37
9.2	Kuoriproteesin käyttöön liittyvät komplikaatiot silmän etuosissa	38
10	Kosmeettisten piilolinssien materiaalit ja valmistusprosessi	38
10.1	Milloin kosmeettinen piilolinssi	41
10.2	Kosmeettisen piilolinssin käyttö ja hoito	42
10.3	Skleraaliset piilolinssit	43
11	Suomalainen käytäntö	44
11.1	Apuvälineen myöntämisperusteet	44
11.2	Apuvälineen hankkiminen	45
11.3	Apuvälineen valmistaminen	45
12	Pohdinta	46
12.1	Uutta ja vanhaa	47
12.2	SOTE-uudistus	48
12.3	Optinen ala uuteen nousuun?	49
	Lähteet	50
	Liitteet	
	Liite 1. Yleinen kaupungin maksusitoumuslomake silmäproteesin hankintaa varten	
	Liite 2. Helsingin kaupungin maksusitoumuslomake silmäproteesin hankintaa varten	

## 1 Johdanto

Ajatus opinnäytetyölle sai alkunsa alkukevästä 2017, kun tieteellinen artikkeli bionisen silmäimplantin prototyypistä julkaistiin. Loppukevästä 2017 bioninen silmäimplantti esiteltiin opinnäytetyöaiheena ja se sai hyväksynnän työn ohjaajilta. Perusajatusta kuitenkin jalostettiin ja lopputuloksena päätettiin tehdä kuvaileva kirjallisuuskatsaus käsitellen yleisesti silmäproteeseja ja kosmeettisia piilolinsskejä. Opinnäytetyön yhteistyökumppanina oli Metropolia Ammattikorkeakoulu.

Tässä opinnäytetyössä on kootusti kerättyä silmäproteesien historia, nykypäivä ja tulevaisuus. Lisäksi opinnäytetyössä on käsitelty sekä silmäproteesien että kosmeettisten piilolinssien valmistaminen, sovittaminen, käyttö ja hoito sekä suomalaiset käytännöt kyseisen apuvälineen hankkimisessa. Lopussa pohditaan aihealueeseen liittyviä uhkia ja mahdollisuuksia, sekä esitellään jatkotutkimusehdotuksia.

## 2 Opinnäytetyö ja sen toteutus

Opinnäytetyö on toteutettu kuvailevan kirjallisuuskatsauksen alalajin, narratiivisen kirjallisuuskatsauksen mukaisesti. Narratiivisen kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on antaa käsiteltävästä aiheesta laaja ymmärrys. Tällöin kirjallisuuskatsaus sisältää riittävästi aihetta tukevaa pohjatietoa, kuten aiheen historian ja kehityksen. Tavanomaista on myös tuoda esille muuta marginaalista ja hiljaista tietoa, jota muutoin on kirjallisuudesta vaikea kerätä. Narratiivinen kirjallisuuskatsaus auttaa ajantasaistamaan tietoa ja onkin käyttökelpoista materiaalia esimerkiksi opetuksessa. Toisin kuin systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa, narratiivisessa kirjallisuuskatsauksessa teoria kootaan selkeäksi kokonaisuudeksi monista eri lähteistä, ilman systemaattista seulaa. Myös tutkimuskysymykset ovat väljempiä, mutta tavoitteena on silti luoda selkeä yhteys työn aiheen ja pohdintaosuuden kanssa. Varsinainen analyttinen tutkimustulos puuttuu, eikä tutkimusaineistoa tarvitse seuloa. Narratiivisella kirjallisuuskatsauksella on sen kriittisen luonteen avulla mahdollista saada johtopäätöksiä, vaikkei sitä oletusarvona olekaan. (Salminen 2011: 7.)

Teoriaosan kirjoittamisessa on käytetty e-kirjojen lisäksi tunnettuja tietokantoja, kuten *PubMed*, *Duodecim* ja *Helka*. Internetistä haetun materiaalin keräämisessä on käytetty muun muassa hakusanoja: ocular prosthetics, eye prosthetics, prosthetic contact lenses, scleral contact lenses, ocularist ja bionic eye.

Opinnäytetyö on rajattu käsittelemään silmäproteesien ja kosmeettisten piilolinssien historiaa, kehitystä, tulevaisuutta, valmistustapoja ja -materiaaleja, sovitusta, käyttöä, käytön komplikaatioita sekä yleisiä Suomen käytäntöjä. Jotta työstä ei tulisi liian laaja, rajattiin valmistustapoja ja -materiaaleja sekä käyttöön liittyviä komplikaatioita niin, että vain käytännön kannalta oleellimmat käydään läpi. Akryylisen silmäproteesin valmistus ja sovitus on käsitelty perinpohjaisesti, sillä valtaosa silmäproteeseista on nykyään akryyliä, etenkin Suomessa.

Aineisto pyrittiin keräämään tuoreista ja päivitetystä lähteistä sekä asiantuntijahaastatteluista, jotta se vastaisi nykypäivän käsitystä aihepiiristä. Haastattelut ovat Helsingin ja Uudenmaan Sairaanhoidopiirin (HUS) HYKS:n silmäklinikan toimipisteen optikko, kosmeettisia piilolinssejä sovitettava kenttäoptikko, sekä kaksi suomalaista silmäproteeseja valmistavaa yritystä. Osassa haastatteluista kirjoitettiin muistiinpanoja, osa jouduttiin suorittamaan sähköpostitse molemminpuolisten kiireiden vuoksi.

## 2.1 Tavoite ja tarkoitus

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on vastata tutkimuskysymykseen. Tätä varten tutkitaan ja tulkitaan tutkimuskysymyksen teeman mukaisia ilmiöitä ja käytäntöjä, ja niistä muokataan selkeä tietopaketti. Jotta voidaan luoda selkeälukuinen kirjallisuuskatsaus, on hyvä selittää käytäntöjen taustalla oleva teoria. Tämä mahdollistaa lukijalle aiheen ymmärtämisen mahdollisimman laajana kokonaisuutena (Salminen 2011: 3-5). Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymyksinä ovat: Millaisia vaihtoehtoja on silmän kosmeettiselle korjaukselle, kenelle niitä voidaan sovitaa, millä perusteilla sovituksia tehdään ja millainen on asiakkaan hoitopolku?

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä tietoa optisen alan ammattilaisille ja kosmeettisen apuvälineen omistaville tai sen tarpeessa oleville. Opinnäytetyö tuo esille hiljaista tietoa ja auttaa ammattilaisia ohjaamaan silmäproteeseista tai kosmeettisista piilolinseistä

hyötyviä kuluttajia oikeaan paikkaan. Vastaavasti kuluttaja voi kokea opinnäytetyön selkeyttävän joitakin silmäproteesin käyttöön, hoitoon tai hankkimiseen liittyviä asioita.

## 2.2 Asiantuntijahaastattelut

Kahden asiantuntijahaastattelun menetelmäksi valikoitui teemahaastattelu. Sen tarkoituksena on keskustella haastateltavan kanssa etukäteen valituista aihepiireistä vapaassa järjestyksessä ja muodossa. Seuraavaan aihepiiriin voidaan siirtyä, kun haastateltava on tarjonnut tarpeeksi tietoa kyseisestä aiheesta. Etukäteen on siis hyvä sopia keskusteltavat teemat, mutta vastauksia ei ole tarpeen kirjata tarkkaan, esimerkiksi lomakkeeseen, vaan äänittäminen tai muistiinpanot riittävät. Kahta asiantuntijaa haastateltiin sähköpostitse lomakehaastattelun mukaisesti. Lomakkeessa oli vain avoimia kysymyksiä. (Hirsjärvi ym. 2004: 197.)

Haastattelujen tavoitteena oli kartoittaa silmäproteesien ja kosmeettisten piilolinssien oleelliset käytännön huomioid. Asiantuntijoilta selvitettiin myös Suomen hankinta- ja korvaamiskäytännöt. Haastattelujen ohessa saatiin (kuva)materiaalia silmäproteeseista ja kosmeettisista piilolinseistä sekä apuvälineen hankintaan liittyvistä asiakirjoista.

## 3 Silmäproteesit kautta aikain

Proteesit eivät ole mikään uusi keksintö. Todistettavasti ensimmäiset käytössä olleet proteesit ovat jo muinaisen Egyptin ajoilta (2900 eaa.). Ne olivat kuitenkin lähtökohtaisesti isoja, kömpelöitä, raskaita sekä epäkäytännöllisiä. Myös ensimmäiset silmäproteesit ovat samalta aikakaudelta. (Thurston, 2007; Farrokh, 2015; The Atlantic, 2015; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 6-8; Singh - Chaurasia, 2014: 56.)



### 3.1 Esihistoria

Ensimmäinen elävälle ihmiselle sovitettu silmäproteesi on muinaisen Egyptin aikakaudelta, noin 2900 eaa. Muinaisen Egyptin silmäproteesi oli usein joko emalia tai savea. Proteesi oli muodoltaan pallomainen ja sitä pidettiin silmäkuopan ulkopuolella. Silmäproteesin ja kasvojen välissä oli silmäkuopan kokoinen ihonvärinen vaatekappale. Joskus proteesiin kaiverrettiin tunneli halkaisijan kohdalle, jotta se saatiin narulla tiukasti kiinnitettyä esimerkiksi sitomalla pään takaa. (Singh - Chaurasia, 2014: 56; Pine – Sloan - Jacobs, 2015: 284-285; Kelley, 1970: 713; Farrokh, 2015; Dallas Eye Prosthetics, n.d.)

Tällä aikakaudella silmäproteeseja kuitenkin tehtiin lähinnä vain kuolleille. Kuolleilta kaivettiin silmät pois päästä ja tyhjä silmäkuoppa täytettiin vahalla. Vahamassan päälle asetettiin kauniita (jalo)kiviä simuloimaan iiristä. Näiden "silmäproteesien" uskottiin auttavan kuolleen näkemään kuolemanjälkeisessä elämässä. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 286; Kelley, 1970: 713.)

Noin 500 eaa. mennessä kallon ulkoiset silmäproteesit olivat kuitenkin jo huomattavasti yleisempiä myös elävillä. Varsinaista koulutusta silmäproteesien sovitamiseen ei ollut, vaan toimintaa harjoittivat vain lääketiedettä opiskelleet egyptiläiset ja roomalaiset papit. (Singh - Chaurasia, 2014: 56; Kelley, 1970: 713.)

### 3.2 Lähihistoria

Ranskalainen kirurgi Ambroise Paré (1510-1590) esitteli 1500-luvulla ajatuksen elävälle ihmiselle silmäkuoppaan asetettavista silmäproteeseista. Hänen näkemyksensä mukaan paras materiaali tähän oli metalli, tarkemmin kulta, hopea tai emali. Paré myös esitteli ja suunnitteli (muttei toteuttanut) tekosilmän, joka pään taakse kiertyvällä metallikoukulla pysyy tiukasti paikallaan silmäkuopan edessä. (Singh - Chaurasia, 2014: 56; Pine – Sloan - Jacobs, 2015: 287.)

Noin vuonna 1579 Venetsian Muranossa (tänä päivänäkin tunnettu lasinpuhalluksesta) venetsialaiset lasiartesaanit kehittivät lasiyhdistelmän, joka ei sellaisenaan silmässä pidettynä tuottanut lisävaurioita silmälle tai sen kudoksille. Silmäproteesit eivät olleet onntoja (kuten nykyään), vaan painavia sekä hyvin kömpelöitä, eikä niitä ollut miellyttävä pitää silmäkuopassa. Lisäksi ne olivat erittäin herkästi särkyviä.

Ensimmäistä kertaa silmäproteesi muistutti enemmän kuorta kuin palloa. Silmäproteeseja sovittavat henkilöt saivat ammattinimikkeen okularisti (ocularist). (Singh - Chaurasia, 2014: 56; Kelley, 1970: 713-714; Dallas Eye Prosthetics, n.d.a.; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 287.)

Lasi oli kuitenkin materiaalina tuohon aikaan vaikea käsitellä ja venetsialaiset olivat sen käsittelyssä selvästi muita edellä. Silmäproteesien tekemisestä yritettiin tehdä monopoli Muranon lasinpuhaltajien killalle, pitämällä tuotanto suljettujen ja vartioitujen porttien takana. Lisäksi lasinpuhaltajien määrää yritettiin tietoisesti pitää pienenä. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 287.)

Vielä 1700-luvullakin metallit (lähinnä emali) olivat lasia käytetympiä materiaaleja silmäproteesien valmistamisessa. Ranskan Pariisi oli tähän aikaan tekosilmien valmistamisen keskus. Vuonna 1752 saksalainen anatomi, kirurgi ja kasvitieteilijä Lorenz Heister huomasi, että lasi on silmäproteesin materiaalina metallia parempi. Metallin keräsi lasia enemmän pintaansa kyynelnesteen sisältämiä proteiineja, lipidejä ja musiineja. Tämä aiheutti pidemmällä aikavälillä silmäproteesin käytön epämukavuutta ja pinnan epätasaisuutta. Lisäksi ajan kuluessa metallinen silmä menetti kiiltonsa. Silmäproteesit olivat ohuehkoja ja muodoltaan kuorta muistuttavia. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 290.)

Seuraava merkittävä virstanpylväs silmäproteesien kehityksessä saavutettiin 1800-luvun puolivälissä. Tällöin saksalainen okularisti Ludwig Müller-Uri kehitti lasia muistuttavasta *kryoliitista* valmistettuja kuperia ja onttoja silmäproteeseja. Hieman myöhemmin Saksasta Yhdysvaltoihin muuttanut saksalainen okularisti esitteli yhdysvaltalaisille tavan tehdä onttoja kryoliitista valmistettuja silmäproteeseja ja myöhemmin Saksasta alettiin viedä kryoliittia Yhdysvaltoihin. (The Atlantic, 2015; Dallas Eye Prosthetics, n.d.; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 295.)

Saksasta tuli käytännössä silmäproteesien kehittämisen ja tuottamisen keskus, josta vietiin tekosilmiä ja kryoliittia ympäri maailmaa. Silmäproteeseja tehtiin monia erilaisia mallikappaleita valmiiksi, ja proteesin puutteessa oleva asiakas saattoi tulla kokeilemaan valmiita kappaleita. Asiakas sai valita mieleisensä valmiista mallikappaleista (katso kuvio 1) tai vaihtoehtoisesti sai halutessaan myös räätälöidyn silmäproteesin. Tähän aikaan silmäproteesit olivat tavanomaisesti vain varakkaiden

ihmisten ylellisyyksiä. (The Atlantic, 2015; Dallas Eye Prosthetics, n.d.a.; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 295.)



Kuvio 1: Valmis valikoima silmäproteeseja eri kokoisina ja värisinä. Courtesy of US Air Forces Central Command.

Vuonna 1874 J. F. Noyes teki ensimmäisen suunnitellun eviskeroinnin (silmämunan sisällön poiston, katso luku 6.1) ja vuoteen 1880 mennessä myös enukleatiot (silmämunan poistot, katso luku 6.2) olivat anestesian seurauksena yleistyneet. Tällöin hollantilainen kirurgi Herman Snellen kehitti lasisen silmäproteesin, jollaisena se tänäkin päivänä tunnetaan (katso kuvio 2). Silmäproteesin seinämät olivat erittäin ohuet, joka mahdollisti suuren sisätilavuuden, tehden silmäproteesista entistä kevyemmän. Keveys mahdollisti silmäproteesin paksumman läpimitan, joka puolestaan tuki paremmin leikattua silmäkuoppaa. Uusi kevyt silmäproteesi oli myös miellyttävä pitää silmässä. (Pine – Sloan - Jacobs, 2015: 295.)



Kuvio 2: Kryoliittilasista valmistettu ontto silmäproteesi. Tällaisina tunnetaan myös nykypäivänä lasista valmistetut silmäproteesit. Courtesy of Wellcome Library, London.

Ensimmäistä kertaa historiassa vuonna 1885 P. H. Mules asetti silmäproteesia tukevan pallomaisen orbitaimplantin silmäkuoppaan (katso luku 6). Mulesin käyttämä implantti oli ontto lasipallo. Orbitaimplantit eivät kuitenkaan yleistyneet ennen kuin silmäproteeseja alettiin valmistaa *akryylistä* (PMMA:sta). (Singh - Chaurasia, 2014: 56; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 76, 81.)

Toinen maailmansota katkaisi Saksan välit monen maan kanssa ja kryoliitin vienti pysähtyi. Sota kuitenkin lisäsi silmäproteesien tarvetta maailmalla. Ennen sotaa Yhdysvaltoihin muuttanut saksalainen hammasteknikko Fritz W. Jardon alkoi kehittää omaa ratkaisuaan uudeksi silmäproteesin materiaaliksi, ja vielä sodan aikana keksi ratkaisuksi akryylimuovin (PMMA). Akryyli oli jo tuohon aikaan ennestään tuttu materiaali hammaslääketieteestä. Akryyli on materiaalina paljon lasia turvallisempi, muun muassa kevytensä ja kestävyytensä ansiosta. Samoihin aikoihin myös Iso-Britanniassa alettiin valmistaa akryylistä silmäproteeseja (kuvio 3). (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 304; The Atlantic, 2015; Dallas Eye Prosthetics, n.d.; Singh - Chaurasia, 2014: 2014: 56.)



Kuvio 3: Akryylistä valmistettu muovinen (PMMA) silmäproteesi.

1900-luvun jälkimmäisellä puoliskolla akryyli valtasi silmäproteesimarkkinat. Aikaisempien lasisilmien sovittaja oli aina okularisti tai optometri. Hammasteknikoilla oli kuitenkin paljon enemmän tietotaitoa akryylistä, joten akryylisten silmäproteesien sovitustavastuu siirtyi hammasteknikoille. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 304.)

Vuonna 1957 Yhdysvalloissa perustettiin ensimmäinen okularistien järjestö; American Society of Ocularists (ASO). Järjestö alkoi päteväittää okularisteja vuonna 1971. Okularistin titteli vaati viisivuotisen oppiajan vanhemman okularistin kanssa sekä yhteensä 750 tuntia ASO:n hyväksymiä oppitunteja. Ennen järjestön perustamista okularisteina toimineet henkilöt saivat okularistin diplomin automaattisesti. (ASO, 2017; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 305-306.)

1960-luvun lopulla yhdysvaltalainen okularisti Lee Allen kehitti silmäkuopan tarkan mallinnusmenetelmän. Uudella menetelmällä saatiin tarkat muodot silmäkuopan pohjasta, sekä silmäluomien asennoista. Silmäproteesien käyttämisestä tuli entistäkin mukavampaa. Koska silmäluomet saivat olla levollisessa asennossa, normaali silmien räpyttäminen tuli mahdolliseksi, joka puolestaan esti aikaisemmin ongelmana olleen

silmäripsien sisäänpäin kasvun. Tämä silmäkuopan jäljitelmäkehikko (katso luku 5.1.1) hyödyntävä metodi on edelleen laajassa käytössä tänäkin päivänä. (Singh - Chaurasia, 2014: 56-57.)

### 3.3 Nykypäivä

Nykyään puhutaan erikseen silmä- ja kuoriproteeseista. Silmäproteesi on paksumpi (n. 3 mm) ja kuoriproteesi ohuempi (alle 3 mm). (American Academy of Optometry, 2017). Silmäproteesin asettaminen silmään vaatii kirurgisen operaation silmälle. Kuoriproteesi on paksuudeltaan verrattavissa skleraaliseseen piilolinssiin ja voidaan täten asettaa operoimattoman silmän päälle (katso luku 5.3). (American Academy of Optometry, 2017). Lisäksi nykyään on saatavilla kosmeettisia piilolinssejä, jotka voivat olla kuoriproteesiakin vaivattomampi ratkaisu.

Asiantuntijat kertoivat, että nykyään silmä- ja kuoriproteesit valmistetaan käytännössä lähes aina akryylimuovista. Myös kryoliittilasista valmistetaan edelleen silmäproteeseja, koska joidenkin mielestä lasi antaa autenttisemmän vaikutelman oikeasta silmästä. Tietotaito on globalisaation ja internetin myötä levinnyt ympäri maailmaa ja miltei jokaisessa hyvinvointivaltiossa valmistetaan silmäproteeseja. Silti okularistiksi kouluttautuminen on vielä tänäkin päivänä monelle suuri mysteeri.

ASO:n innoittamana samankaltaisia järjestöjä on nykyään seitsemän: American Society of Ocularists (ASO), Canadian Society of Ocularists (CSO), The Association of European Ocularists (AEO), The Ocularists Association of Australia (OAA), Ocularists Society of India (OSI), Ocularists Association of Southern Africa (OASA) ja Association of British Ocularists (ABO). Kaikki järjestöt ovat voittoa tavoittelemattomia. Järjestöt pitävät vuosittaisia konferensseja tavoitteenaan parempi asiakastyytyväisyys ja sujuvampi osaaminen. (ASO, 2017; CSO, 2013; AEO, 2017; OAA, n.d.; OSI, n.d.; OASA, 2007; ABO, n.d.; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 309.)

Tällä hetkellä mikään instituutio maailmassa ei kouluta okularisteja. Mikäli haluaa ASO:n myöntämän tittelin "Diplomate of The American Society of Ocularists", on hakijan oltava viisi vuotta (10 000 tuntia) "järjestön pätevoittämän" (board-certified) okularistin oppilaana työelämässä. Lisäksi hakijan on osallistuttava yhteensä 750 tuntia ASO:n koulutusohjelman hyväksymille kursseille. Ennen työelämäoppimista olisi suotavaa, että oppilaalla on pohjakoulutus joko hammaslääketieteestä, optometriasta,

muusta hoitoalasta, tai kuvataiteesta. Jos haluaa laajan okularistin pätevyyden, on edellisen lisäksi läpäistävä kaksiosainen kirjallinen ja käytännöllinen koe. Titteliä ylläpitääkseen on tämä koe uusittava kuuden (6) vuoden välein. (ASO, 2017; OSI, n.d.; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 305-306.)

### 3.4 Tulevaisuus

Sanalla "silmäproteesi" käsitetään vielä toistaiseksi vain täysin kosmeettinen, muovista tai lasista valmistettu tekosilmä. Tulevaisuudessa kuitenkin toiminnalliset silmäproteesit yleistyvät, aivan kuten muutkin toiminnalliset proteesit. Toiminnallinen silmäproteesi ei siis ole ainoastaan kosmeettinen, vaan se myös palauttaa näön tai osan siitä.

Jo vuonna 2011 Euroopan markkinoille tuli ensimmäinen toiminnallinen silmäproteesi: Yhdysvaltalaisen Second Sight -nimisen yrityksen suunnittelema ja toteuttama The Argus® II Retinal Prosthesis System. Vuonna 2013 Yhdysvaltojen Food and Drug Administration (FDA) antoi hyväksyntänsä tälle laitteelle. Sen hinta on yli 100 000 Yhdysvaltain dollaria (\$). Lisäkustannuksiksi asiakkaalle tulee laitteen asennuksen vaatima leikkaus sekä asiakkaan opettaminen uuteen elämään laitteen kanssa. The Argus® II -laitetta kutsutaan yleisesti myös nimellä bioninen silmä (bionic eye). Toiminnallisten silmäproteesien kehitys on kuitenkin vasta päässyt alkuun, ja laitteen omistaa vain muutamat sadat ihmiset maailmassa. (MIT, 2013; All About Vision, 2016; Second Sight, 2016.)

The Argus® II pystyy siis palauttamaan toiminnallisen näön, mutta siihenkin ovat omat vaatimuksensa. Sokeutuneella henkilöllä on joskus pitänyt olla jonkin asteinen näkökyky, sillä laite vaatii ehjät hermoradat silmänpohjasta näköaivokuorelle. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että asiakkaan on täytynyt menettää näkönsä esimerkiksi silmänpohjarappeuman seurauksena. Syntymäsokeilta yleensä puuttuu täysin kehittynyt näköhermo, koska se kehittyy ennen syntymää. Lisäksi asiakkaan tulee olla yli 24-vuotias sillä silmä ei saa kasvaa aksiaalisesti implantin asentamisen jälkeen. Myös (keino)mykiö poistetaan silmästä laitteen asennuksen yhteydessä. (MIT, 2013; All About Vision, 2016; Second Sight, 2016; Vision Aware, 2015.)

The Argus® II -laitteeseen kuuluu kehon ulkoinen varustus sekä silmän sisäinen implantti (katso kuvio 4). Ulkoinen varustus koostuu aurinkolaseja muistuttavasta asusteesta sekä radiopuhelimen kokoisesta ja näköisestä suorittimesta, jotka ovat

johdolla kiinni toisissaan. Asusteessa on linssien välissä nenäsillan yläpuolella kamera, joka suorittimen ja antennin avulla lähettää langattomasti kuvamateriaalia silmän sisäiseen implantiin. Implantti on antennia lukuun ottamatta epiiretinaalinen eli se asetetaan tuhoutuneen verkkokalvon päälle. Ulkomuodoltaan implantti muistuttaa pientä laastaria. Implanttiin on tiheästi aseteltu 60 elektrodia, joihin implantin antenni tuo asusteessa olevan kameran näkemän kuvan. Elektrodit stimuloivat sähköimpulssien avulla verkkokalvoa, jolloin ehjät näköhermot vievät saamansa viestin polvitumakkeen kautta näköaivokuorelle. Lyhyesti sanottuna tuhoutuneet verkkokalvon solut korvataan uusilla keinotekoisilla aistinsoluilla bioniikkaa apuna käyttäen. (Vision Aware, 2015; MIT, 2013; All About Vision, 2016; Second Sight, 2016.)



Kuvio 4. Kuvassa vasemmalla The Argus® II -silmäproteesin ulkoinen varustus puettuna ihmisen päälle. Kuvassa oikealla silmää ympäröivä antenni, sekä epiiretinaalinen implantti. Silmäproteesin suoritin (roikkuu ihmisen lanteen tasolla) lähettää antennin avulla asusteen näkemän kuvan silmänpohjalle. Courtesy of Second Sight Europe 2012.

Nykyisellä 60 elektrodia sisältävällä The Argus® II -silmäproteesilla on parhaimmiksi näöntarkkuuksiksi raportoitu 0,02. Lisäksi kyseisellä mallilla ei voida vielä aistia värejä. Muutos esimerkiksi täydellisestä sokeudesta on kuitenkin elämää mullistava. "Normaalia" terveen ja nuoren silmän näkemistä vastaavaan kuvaan tarvittaisiin implantti, jossa on noin miljoona elektrodia. (Aetna, 2017; Gizmodo, 2014; All About Vision, 2016; Singh - Chaurasia, 2014: 62.)

Kokeiluja on tehty 1000 elektrodia sisältävällä värejä ja liikettä aistivalla implantilla sekä silmään asennettavasta kumimaisesta linssistä, joka voi tarkentaa eri etäisyyksille. Myös suoraan näköaivokuoren kanssa kommunikoivia silmäproteeseja on kehitteillä. (Aetna, 2017; Gizmodo, 2014; All About Vision, 2016; Singh - Chaurasia, 2014: 62.)



## 4 Silmäproteesien valmistusmateriaalit

Silmä- ja kuoriproteesit koostuvat kahdesta pääosasta: valkoisesta skleraalisesta osasta sekä iiriksestä ja sarveiskalvosta. Proteesien valmistusmateriaaleina käytetään akryylimuovia sekä kryoliittilasia. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 118, 122.)

### 4.1 Akryylimuovi

Myös PMMA:ksi kutsuttu akryylimuovi on kirkasta ja väritöntä polymeeriä. Akryyllillä on hyvä mekaaninen kestävyys, korkea kimmokerroin ja pieni murtovenymä. Se kuuluu kovimpiin kestumuoveihin, ja sillä on myös erinomainen naarmuuntumisen kestävyys. Kosteuden ja veden imeytyminen materiaaliin on hyvin vähäinen, joka ilmenee hyvänä mittapysyvyytenä. Muita tätä materiaalivalintaa puoltavina seikkoina voidaan mainita vähäinen ultraviolettisäteilyn ja otsonin vaikutus, joten runsas ulkokäyttö sopii tälle materiaalille erittäin hyvin. Lämpötilarajat akryylille ovat  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja  $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Akryyliä on helppo sahata, porata, jyrsiä, kaivertaa ja viimeistellä asiaankuuluvilla työkaluilla (Koleva n.d.: 1-5.)

### 4.2 Kryoliittilasi

Kryoliitti on väritöntä ja lasimaista mineraalia, jota esiintyy sellaisenaan luonnossa, mutta sitä voidaan myös valmistaa teollisesti. (Mindat, 2018). Kryoliitti on käyttömukavuudeltaan akryyliä huonompi. Kryoliitista tehty silmäproteesi särkyy helpommin, esimerkiksi pudotessaan tai jopa itsestään suuren lämpötilavaihtelun vuoksi. (Helsingin Silmälääkärikeskus Oy, 1996.)

Asiantuntijahaastattelussa selvisi, että käytännössä ainoat syyt, miksi kryoliitista valmistetaan edelleen silmäproteeseja, ovat valmistamisen halpuus sekä kryoliitilla saavutettu proteesin luonnonmukaisuus. Joidenkin mielestä kryoliitista valmistettu silmäproteesi on ratkaisevasti aidomman näköinen kuin akryylistä valmistettu silmäproteesi. Akryylinen silmäproteesi kuitenkin maksaa itsensä turvallisuudessa takaisin. Suomessa ei valmisteta silmäproteeseja kryoliitista.

## 5 Silmäproteesien valmistaminen

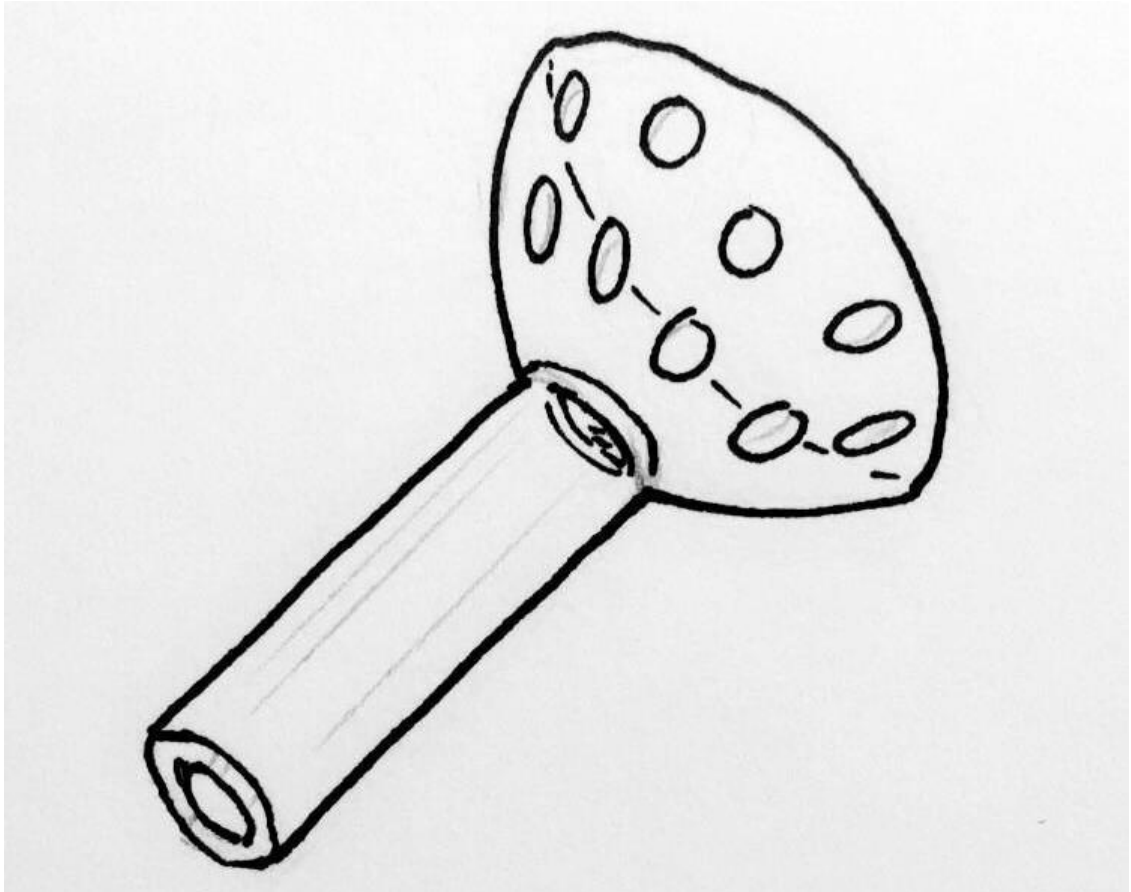
Tässä luvussa käsitellään akryylinen silmäproteesin valmistamisen eri vaiheet. Kun ihmiselle valmistetaan silmäproteesi, on se erittäin suurella todennäköisyydellä valmistettu PMMA-muovista - etenkin Suomessa. Myös akryylinen kuoriproteesin ja kryoliittilasista valmistetun silmäproteesin valmistustapoja avataan.

### 5.1 Akryylinen silmäproteesin valmistaminen

Silmäkuoppa, jossa ei ole silmämunaa vaihtelee yksilöllisesti muodoiltaan ja syvyydeltään. Tällöin jäljitelmän ja muotin ottaminen varsinaista proteesia varten mahdollistaa parhaan istuvuuden, vakauden ja käyttömukavuuden potilaalle. Hyvä muotti kattaa silmäkuopan kaikki pienet kuopat ja myötäilee pohjan kaikkia muotoja venyttämättä silmäkuopan muotoja tai silmäluomia liikaa. Tässä luvussa esitellyt valmistustavat ovat vain yleiskatsauksia silmäproteesien valmistukselle sillä jokaisella valmistajalla ja okularistilla on oma henkilökohtainen valmistusprosessinsa tuottaa silmäproteeseja asiakkailleen. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 118, 130.)

#### 5.1.1 Jäljitelmä silmäkuopasta

Akryylinen silmäproteesin valmistusprosessi lähtee liikkeelle silmäkuopan jäljitelmän luomisella. Muottimateriaali ruiskutetaan silmäkuoppaan kertakäyttöisen ruiskun avulla. Ruiskun päähän kiinnitetään lisäosa, jolla saadaan valmistettua silmäkuopan posteriorista muotoa mukaileva silmäproteesi. Lisäosaa kutsutaan silmäkuopan jäljitelmäkehikoksi (ocular impression tray, katso kuvat 5 ja 6). Jäljitelmäkehikko edesauttaa vahan leviämistä tasaisesti ja kaikkialle silmäkuoppaan, varsinkin silloin kun silmäkuopan muoto on hyvin epäsäännöllinen. Jäljitelmäkehikon varsi on ontto putki, johon ruisku asetetaan. Muottimateriaali etenee kehikon vartta pitkin kuppiosaan, jonka rei'istä ylimääräinen muottiaines pursuaa kuppiosan ulkopuolelle. Tällöin silmäkuopalle ei myöskään pääse aiheutumaan ylimääräistä painetta. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 130-132.)



Kuvio 5. Silmäkuopan jäljitelmäkehikko. Kehikon putkimaisesta varresta ruiskutetaan muottimateriaalia kehikkoon. Kehikon rei'istä ylimääräinen materiaali pääsee kuppiosan ulkopuolelle. Potilaan silmäluomet lepäävät kuppiosan päällä.

Ennen toimenpidettä valitaan asiakkaalle sopivan kokoinen jäljitelmäkehikko vertaamalla kehikon kokoa silmäkuopan kokoon. Jäljitelmä ei saa venyttää silmän rakenteita, muutoin siitä ei tule oikeankokoista. Jäljitelmäkehikkoja on saatavilla jälleenmyyjiltä kaiken kokoisina. Aineet, joita jäljitelmän valamiseen käytetään ovat steriili hydrokolloidi sekä erilaiset silikonimateriaalit. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 130-132.)

Asiakas istuu pää takaapäin tuettuna ja hänelle kerrotaan, että silmäkuoppaan laitetaan viileää materiaalia. Toimenpide on täysin kivuton ja materiaalin kuivuminen kestää noin 60 sekuntia. Vahaa ruiskutetaan silmäkuoppaan niin paljon, että silmäluomet kohoavat luonnolliseen asentoonsa ja näyttävät ryhdikkäiltä. Samalla, kun ainetta ruiskutetaan silmään, tulee ruisku pitää samassa linjassa potilaan terveen silmän katselinjan kanssa niin kauan, että materiaali on asettunut muotoonsa (katso kuvio 6). Tämän jälkeen silmäripset ja jäljitelmäkehikko irrotetaan materiaalista, jotta

nähdään lopputulos. Yleensä paikallispuudutusta ei tarvita, mutta sen käyttöä voidaan harkita, jos asiakas on hyvin jännittynyt tai pelokas. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 131-133.)



Kuvio 6. Vahaa ruiskutetaan potilaan silmäkuoppaan jäljitelmää varten. Huomaa ruiskun päässä oleva silmäkuopan jäljitelmäkehikon varsi. Courtesy of United States Air Force.

Silmäkuopan jäljitelmän tekemiseen voidaan käyttää myös toista tekniikkaa. Tähän tarvittavat välineet ovat saatavissa hammashoitotuotteiden jälleenmyyjiltä. Jäljitelmän luomispistooli (impression mixing gun) on instrumentti, johon asetetaan kertakäyttöinen suuttimen kärki ja säiliö, joka sisältää silikoni-elastomeeriä (polyvinyl siloxane).



Kuvio 7. Silmäkuopasta luodaan jäljitelmä luomispistoolin avulla. Courtesy of Super Deluxe 2017.

Tämä aine on säiliössä niin, että sen kaksi ainesosaa sekoittuvat yhteen vasta, kun ne kohtaavat suuttimen päässä ja kovettuvat muotoonsa silmäkuopassa. Silmäkuopan täyttäminen aloitetaan yläluomen alta ja samalla toisen käden sormella painetaan alaluomea alas hellästi, jotta materiaali leviää tasaisesti kaikkialle silmäkuopan muotoihin. Jäljitelmän kuivuttua sen pinnalta irrotetaan potilaan silmäripset, jonka jälkeen jäljitelmä voidaan ottaa ulos ja tarkastella lopputuloksen laatua. Poisottoa voidaan helpottaa asettamalla langanpätkä osittain silmäkuoppaan täytön aikana, jolloin kuivuttuaan jäljitelmä on helpompi nostaa pois silmäkuopasta. Tämä tekniikka vaatii vain yhden työvaiheen. Se on nopea, ja sen ei pitäisi olla epämiellyttävän tuntuinen asiakkaalle. Ohjeistus asiakkaalle tässä on sama mitä edeltävässä tekniikassa ja sitä suositellaan erityisesti lapsille. (Pine – Sloan - Jacobs, 2015: 133-134.)

### 5.1.2 Muotti silmäproteesille

Kun kuivunut jäljitelmä on irrotettu silmäkuopasta, ylimääräiset ja mahdollisesti terävät reunat hiotaan pois ja jäljitelmä upotetaan seokseen, jossa on yksi osa silikonia ja kaksi osaa kipsilevyainesta. Tästä muodostuu muotti varsinaiselle proteesille. Ainesten kuivuttua astiassa, se halkaistaan kahteen osaan ja alkuperäinen silmäkuopan jäljitelmä poistetaan sisältä ja sen tilalle kaadetaan esilämmitettyä valkoista vahaa,

josta muodostuu muotti silmäproteesille. Materiaalin asetuttua muotti irrotetaan ja muodon viimeistely voidaan suorittaa.



Kuvio 8. Silmäkuopan jäljitelmä (näkyvänä oranssina) upotetaan vahaan ja painetaan kaksiosaisen muotin väliin. Courtesy of Super Deluxe 2017.

Silmäproteesin muoto viimeistellään sovittamisen yhteydessä potilaan ollessa läsnä. Muotin muokkaukseen käytetään työvälineenä esimerkiksi veistä, joka kuumennetaan Bunsen-lampulla. Muotti viilennetään viileässä vedessä ennen kuin sitä kokeillaan uudestaan paikoilleen. Tätä toistetaan niin monta kertaa, kunnes ollaan tyytyväisiä proteesin pinnan kaarevuuteen ja luomiraon kokoon, joiden tulee täsmätä potilaan toisen silmän kanssa. Tai jos tehdään molemmille silmille muotti, niin kauan kunnes silmät täsmäävät keskenään. Kun muotti näyttää hyvältä ja on paikoillaan silmässä, merkitään seuraavaksi pupillin paikka, joka opastaa iiriksen ja sarveiskalvon asettelua. Tässä voi käyttää apuna väliaikaista iirislevyä, jonka avulla katsotaan, että se asettuu horisontaalisesti samalle tasolle toisen silmän kanssa, ja että katselinjat kohtaavat (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 134-139.)

### 5.1.3 Akryylisen silmäproteesin valmistaminen muotista

Seuraavaksi valmis muotti (jossa iiris ja sarveiskalvo ovat kiinni) peitetään kaksiosaiseen kipsivalumuottiin. Kun valu on asettunut, se upotetaan kuumaan veteen, jotta muotti pehmenee ja voidaan avata. Silmäkuopan jäljennöksestä tehty muotti ja iiris sekä sarveiskalvo irrotetaan muotista. Valkoista PMMA-polymeerijauhetta sekoitetaan nestemäiseen monomeeriin, kunnes niistä muodostuu taikinamainen seos. Tätä lisätään ohut kerros iiriksen alle ja kiinnitetään takaisin muottiin. Tämä varmistaa, että iiris asettuu syvemmälle, jotta myöhemmin lisättävälle viimeistelevälle kerrokselle jää riittävästi tilaa (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 141.)



Kuvio 9. PMMA-seos sekoitetaan ja asetetaan muottiin. Courtesy of Super Deluxe 2017.

Muotti päällystetään irrottavalla liuksella. Tämän jälkeen sen päälle lisätään testikerros valkoista PMMA:ta. Tämä kerros hiotaan pois polymerisaatiota varten. Tämä tarkoittaa sitä, että muotti upotetaan 72 °C veteen vähintään tunniksi. Sen jälkeen PMMA-proteesi irrotetaan muotista ja sen anteriorinen osuus pinnasta käsitellään rouheaksi. Sarveiskalvo jää hionnan jälkeen 1,0 mm paksuksi kerrokseksi iiriksen päälle, ja sen pinta hienonnetaan sileäksi. Tämän jälkeen iirikseen voidaan maalata viimeinen kerros maalia sekä lisätä skleeran alueelle verisuonet ja muu väritys. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 141.)



Kuvio 10. Muotin reunojen ja muotojen siloitusta ja viimeistelyä. Courtesy of Super Deluxe 2017.

Kun iiris ja skleeran alue on kuivunut, asetetaan proteesi takaisin kaksiosaiseen muottiin. Muotin osien väliin jätetään 1,0 mm tilaa pinnoitetta varten. Muottiin kaadetaan kirkasta PMMA-pinnoitetta tahnamaisessa muodossa ja muotin osat painetaan yhteen. Muotin osat avataan uudestaan, jotta polyeteeni voidaan poistaa välistä ja tämän jälkeen osat painetaan viimeisen kerran yhteen. Tämä osuus on tärkeä tehdä oikeaoppisesti, jotta päällysteen laatu takaa laadukkaan silmäproteesin. Päällysteen epäonnistuessa potilaalla voi ilmetä esimerkiksi papillaa, granuloomaa tai kemoosia, jolloin proteesilla ei ole enää käyttöä. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 143-144.)

#### 5.1.4 Iiris ja sarveiskalvo

Iriksen luomista varten potilaan terveestä silmästä mitataan värikalvon halkaisija. Mittausta varten potilas istuu mahdollisimman luonnollisesti valaistussa tilassa. Mittauksessa tulee ottaa huomioon sarveiskalvon aiheuttama suurennusefekti, joka saa iiriksen näyttämään noin 0,5 mm normaalia isommalta. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 123.)

Kun halkaisija on tiedossa, okularisti etsii joko vastaavan kokoisen valmiin iirislevyn tai valmistaa sellaisen itse. Iiriksen ja sarveiskalvon osiolla on monia eri valmistustapoja. Iiris voidaan maalata itse levyille (iris disc) ja tämän päälle liimataan läpinäkyvä sarveiskalvonappi (corneal button). Yksiköt voidaan myös tilata valmistajien kuvastoista tai valmistaa osat sekä maalata ne itse alusta alkaen. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 123-124.)

Iiris saa värityksensä öljymaaleista. Öljymaaleilla maalataan vastaavan värinen ja mallinen iiris silmäproteesiin. Jokaisella okularistilla on yleensä oma väripaletinsä, jota he käyttävät. Universaalit värit, jotka löytyvät yleensä kaikilta ovat "ivory black", "titanium white", "vandyke brown", "cobalt blue", "yellow ochre", "raw sienna" ja "burnt sienna". Maalattavaan levyyn kiinnitetään vahatikka, josta on helppo pitää kiinni maalauksen aikana. Erikokoisia siveltimiä käyttäen luodaan strooman kuviointi sekä muut yksityiskohdat, kuten vanhuuden kaari (arcus senilis) ja muut pigmentaatiot. Jos okularisti haluaa välillä tarkastaa, miltä iiris näyttäisi sarveiskalvon läpi, hän voi tiputtaa tipan vettä levyille ja tarkastella kuviointin sekä koon täsmävyyttä terveeseen silmään. Kun maalaukseen ollaan tyytyväisiä, liimataan sarveiskalvonappi iirikseen. Tämän jälkeen voidaan siirtyä seuraavaan vaiheeseen. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 121, 124-125, 128.)



Kuvio 11. Värikalvon ja pupillin maalausta sekä niihin käytettäviä öljyvärejä. Courtesy of Super Deluxe 2017.



lirikseen sisältyy myös värikalvon kaulus (iris collarette). Se sijaitsee värikalvon sulkijalihaksen ja laajentajalihaksen välissä ja näkyy erivärisenä tai -sävyisenä renkaana. Tämä tulee ottaa huomioon iiristä maalatessa. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 129.)



Kuvio 12. Maalattu iiris, johon kiinnitettynä sarveiskalvo. Courtesy of United States Air Force.

#### 5.1.5 Pupilli

Oikean pupillikoon määrittämiseksi potilaan pupillin koko mitataan eri valaistustasoissa, joista valitaan keskiarvo pupillin halkaisijaksi. Mitä vaaleampi silmä on, sitä tarkemmin mittausta tulee tehdä. Tummassa silmässä pupilli ei ole yhtä selkeästi näkyvässä osassa. Joskus potilaalla saattaa olla eri proteesi yön ja päivän ajaksi suuren pupillikoon vaihtelun vuoksi. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 128.)

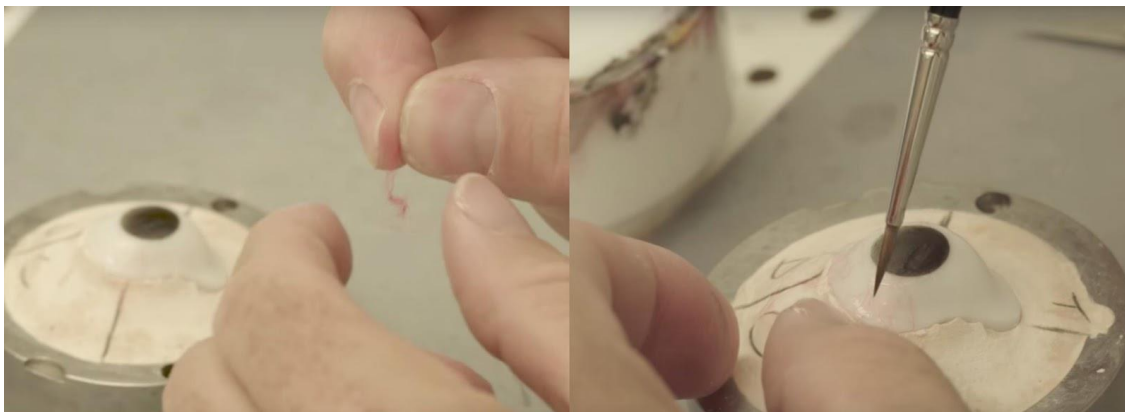


Kuvio 13. Okularisti merkitsee tussilla tulevan pupillin paikan. Courtesy of Super Deluxe 2017.

Pupillin sijoitetaan useimmiten hieman sisään- ja ylöspäin sen sijaan, että se sijoitettaisiin täysin iiriksen keskelle. Tällöin katselinja saattaa näyttää ulospäin katsovalta, joka myöhemmin vaatii proteesin muokkausta luonnollisen katselinjan saavuttamiseksi. Pupillin reunojen tulisi sulautua pehmeästi värikalvoon näyttääkseen luonnolliselta. Tällainen vaikutus saadaan aikaan maalaamalla iiriksen toista maalikerrosta hieman pupillin alueelle ja liikuttelemalla maalia edestakaisin, kunnes pupillin ja värikalvon välille syntyy pehmeä raja. Tämän jälkeen pupillin alue viimeistellään lisäämällä keskelle lisäkerros mustaa maalia. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 129.)

#### 5.1.6 Kovakalvo

Proteesin kovakalvolle luodaan verisuonia repimällä puuvillavanusta ohuita haivenia ja maalaamalla ne punaisen, sinisen ja harmaan sävyiksi, nämä haituvat asetellaan kovakalvon alueelle halutusti (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 123, 143).



Kuvio 14. Toinen tapa verisuonien luomiseen on käyttää punaista villalankaa. Lanka revitään auki ja sen ohuita haituvia asetellaan kovakalvon alueelle. Courtesy of Super Deluxe 2017.

Viimeistelevän kirkkaan PMMA-pinnoitteen lisäämisen aikana tulee tarkkailla, että haivenien päät pysyvät pinnoitteen alla eivätkä jää osittain ulkopuolelle. Ulkopuolelle jäädessään, ne saattavat ärsyttää silmän rakenteita ja aiheuttaa komplikaatioita. Kun silmän kuviointiin ollaan tyytyväisiä, proteesiin viimeistellään kiiltävä pinnoite, jolloin siitä tulee elävämmän näköinen. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 123, 143.)

#### 5.1.7 Viimeistely

Viimeistelyyn kuuluu neljä vaihetta:

1. Pinnalta silotetaan kaikki epätasaisuudet akryylin viimeistelyyn tarkoitettulla kovalla hiontapaperilla (arbour band).
2. Hionnasta jääneitä jälkiä silotetaan kankaasta tehdylle pyörivällä silotustyökalulla (calico mop), jonka kanssa käytetään hohkakivijauhetta ja vettä.
3. Hohkakiven tekemät jäljet kiillotetaan pois tripolilla tai lampaanvillasta tehdylle silotustyökalulla.
4. Viimeisessä vaiheessa alumiinioksidia lisätään pyörivällä silotustyökalulla. Tämän avulla saadaan pienimmätkin virheet silotettua sekä viimeiset vahajäämät pois. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 144.)



Kuvio 15. Viimeistelyvaiheissa silmäproteesia kiillotetaan erilaisilla kiillotustyökaluilla. Courtesy of Super Deluxe 2017.

## 5.2 Akryylisen kuoriproteesin valmistaminen

Jos potilaan silmä on pystytty säilyttämään vammasta tai sairaudesta huolimatta, tarjoaa se edullisemman alustan kuoriproteesille. Kuoriproteesin tavoite on maskeerata ruma silmä ja parantaa silmäparin estetiikkaa. Kuoriproteeseja on saatavilla valmistajilta myös varastosta valmiina, mutta paremman lopputuloksen saa valmistamalla kuoriproteesin yksilöllisesti asiakkaalle tämän ollessa läsnä. Yleensä kuoriproteesia lähdetään sovittamaan, kun potilaan sairaan tai vammautuneen silmän luomirako on toista silmää pienempi, sarveiskalvo on epämuodostunut tai vammautuneessa silmässä on ilmeinen karsastus. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 150, 160.)

Potilaan luomiraon korkeuden mitta määrittää valmistettavan kuoriproteesin paksuuden, joka yleisimmin vaihtelee 1,5 mm ja 2,5 mm välillä. Jos tulevan kuoriproteesin paksuus osuu mainitulle paksuusvaihteluvälille, eivät valmistusprosessi sekä käytettävät materiaalit juurikaan poikkea silmäproteesien valmistuksesta. 1,5 - 2,5 mm paksuista kuoriproteesia käytetään, jos peitettävän silmän luomirako on selkeästi pienempi kuin normaalin silmän. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 161-163.)

Jos peitettävän silmän luomiraon korkeus on sama tai ero normaaliin silmään on erittäin pieni, tulee kuoriproteesin paksuuden olla alle 1,5 mm. Jos paksuutta on enemmän, peitettävä silmä tulee näyttämään liian isolta, jolloin silmien ulkonäkö ja koko eivät täsmää. Tällöin muuttuu myös käytettävä valmistustapa. Ohuiden kuoriproteesien valmistaminen on vaikeaa, mutta ne tarjoavat silti paremman

lopputuloksen ja liikkuvuuden silmälle. Istuvuus on yleensä tiukempi kuin paksummissa kuoriproteeseissa, joten kyynelneesten ja hapen kulkua varten porataan usein fenestraatioreikiä. Yhtäjaksoinen käyttöaika paksummissa proteeseissa on yleensä yksi kuukausi, mutta ohuemmat suositellaan otettavaksi pois joka yö. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 161-163.)

Kuoriproteesin ohuimman kohdan tulee olla siinä, missä sarveiskalvon huippukohta sijaitsee. Tämä takaa silmäluomien oikean asennon ja ryhdikkyuden. Kuori ei saa tuoda painetta limbuksen alueelle, jotta se ei estä verenkiertoa (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 163.)

Ohuen proteesin valmistusprosessiin kuuluu testikappaleen tekeminen, jonka perusteella otetaan huomioon tarvittavat muutokset, jotta lopullinen proteesi olisi mahdollisimman sopiva. Kuoriproteesi valmistuu vaihe kerrallaan yhteensä noin viiden asiakastapaamisen tuloksena. Jos kuoriproteesi on erittäin ohut, ei siihen pystytä asentamaan erillistä iiriskomponenttia, vaan iiris tulee maalata suoraan proteesin runkoon. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 163-164.)

Ensimmäisessä tapaamisessa silmän etupinnasta otetaan jäljennös ja tämän perusteella valmistetaan kirkkaasta PMMA:sta testiproteesi, jota kokeillaan paikoilleen toisessa tapaamisessa. Toisen tapaamisen aikana tehdään tarvittavat muokkaukset proteesiin ja potilas saa testiproteesin käyttöönsä, jotta saadaan selville proteesin käyttömukavuus ja saadaan selville, kuinka potilaan silmä reagoi proteesin käyttöön. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 164.)

Kolmannen tapaamisen aikana, kun testiproteesin istuvuus ja mukavuus on todettu hyväksi, aletaan proteesin etupintaa hioa ohuemmaksi tai kasvatetaan proteesin paksuutta lisäämällä muottimateriaalia sen pinnalle. Tällä yritetään tasapainottaa silmäparin luomien asentoa mahdollisimman samankaltaisiksi. Tämän jälkeen voidaan valaa lopullinen valkoinen kuoriproteesi PMMA:sta kaksiosaisessa muotissa, aivan kuten silmäproteesienkin valmistuksessa. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 164.)

Neljännessä tapaamisessa merkitään iiriksen paikka vedenkestävällä tussilla, jonka jälkeen iiris maalataan suoraan proteesiin käyttäen öljyvärejä. Maalatus iiriksen päälle liitetään sarveiskalvo, ja skleeran alueelle luodaan verisuonet ja muu värytys. Kun värytykseen ollaan tyytyväisiä, proteesi asetetaan jälleen kaksiosaiseen muottiin, jotta

viimeistelevä kirkas kerros PMMA:ta saadaan lisättyä proteesin ympärille. Lopuksi proteesi hiotaan ja sen etu- sekä takapinta kiillotetaan. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 170-171.)

Viimeisessä viidennessä tapaamisessa tehdään lopullinen arviointi kuoriproteesin ulkonäöstä ja istuvuudesta sekä harjoitellaan sen paikalleen laittamista ja poisottoa. Potilaalle opetetaan proteesin hoito ja puhdistus sekä sovitaan jälkitarkastus noin kuukauden päähän, jotta on mahdollista arvioida paremmin proteesin sopivuutta. (Pine – Sloan - Jacobs, 2015: 163-165.)

### 5.3 Lasisen silmäproteesin valmistaminen

Kryoliittilasista valmistettavan silmä- tai kuoriproteesin teko alkaa, kun valkoiseksi värjättyä onttoa lasiputkea pehmennetään lämmittämällä. Lasiputkea muovataan ja lämmitetään (yleensä kaasupolttimella) niin, että sen umpinaiseen pätyyn voidaan puhalttaa pallomainen muoto (katso kuvio 16). (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 298-299.)



Kuvio 16. a) Lasiputkea pehmennetään kaasupolttimella b) Pupilli luodaan mustalla lasisauvalla c) Värikalvo luodaan terveeseen silmän väriä vastaavista lasisauvoista. Courtesy of F. Ad. Müller Söhne.

Tämän jälkeen ohuita väritettyjä lasisauvoja sulatetaan valkoisen lasipallon pintaan kohtaan, johon iiris halutaan. Mustaksi värjättyllä lasisauvalla saadaan lasisilmään luotua pupilli ja sarveiskalvo luodaan värittömällä lasisauvalla. Tässä vaiheessa lasisilmä on edelleen kiinni ontossa lasiputkessa, jonka päähän se puhallettiin (katso kuvio 16). (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 298-299.)



Kuvio 17. d) Sarveiskalvo tehdään värittömällä lasisauvalla e) Verisuonet tehdään punaisella lasisauvalla f) Silmäproteesi irrotetaan lasiputkesta, johon se puhallettiin. Courtesy of F. Ad. Müller Söhne.

Lasisilmää lämmitetään jälleen, jolloin sen takaosaa voidaan alkaa muokkaamaan työkalulla koveraksi. Riittävän alkukoveroinnin jälkeen lasiputkea lämmitetään niin, että lasisilmä voidaan irrottaa lasiputkesta. Lopuksi liekillä pehmennetään lasisilmän takaosaa ja se muovataan joko silmä- tai kuoriproteesiksi. (Valter's Prosthetic Laboratory Ltd n.d; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 300.)



Kuvio 18. Okularisti Ann-Charlotte Müller-Uri puhaltamassa lasista silmäproteesia. Courtesy of Eva-Lena Olsson.

## 6 Silmäproteesia edeltävät toimenpiteet

Silmäproteesin sovitus vaatii aina kirurgisen toimenpiteen. Operaatio voi alkaa silmän tilasta riippuen kahdella tavalla. Eviskeraatiossa (evisceration) poistetaan Tenonin kapselin sisältö (kovakalvo jätetään koskemattomaksi). Enukleaatiossa (enucleation) poistetaan koko näköelin. Molemmissa toimenpiteissä luomet on levitetty luomenlevittimellä. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 74.)



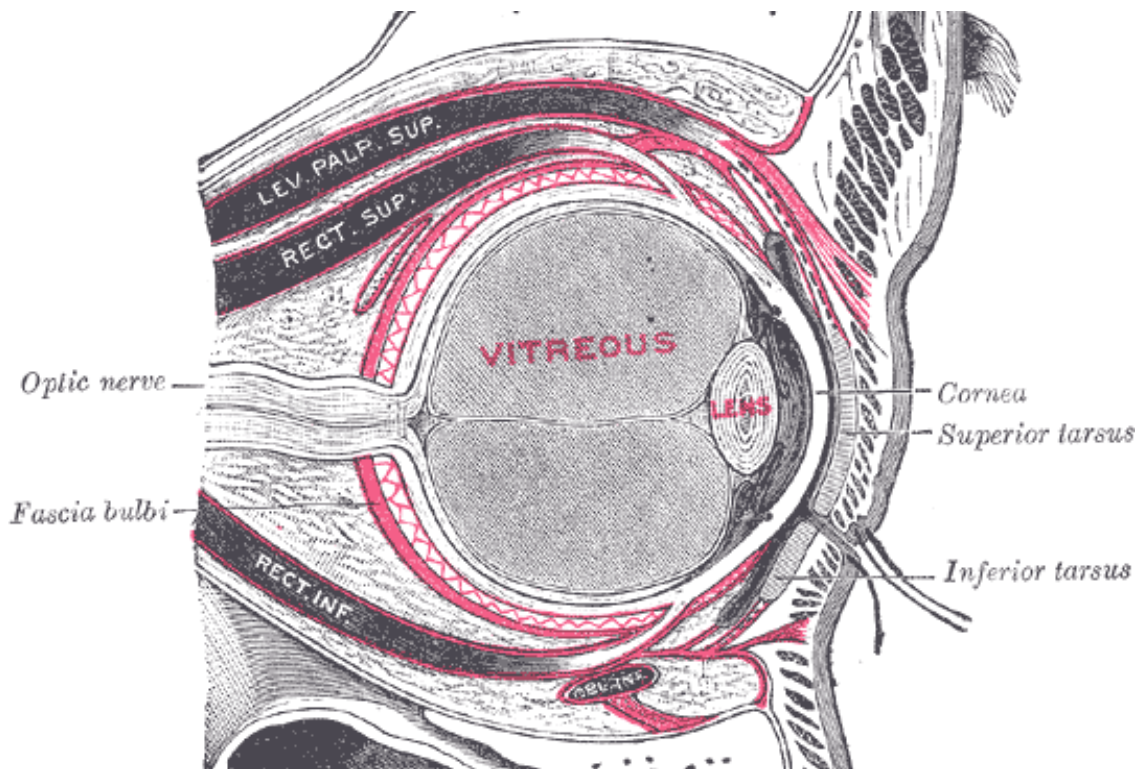
## 6.1 Eviskeraatio

Eviskeroinnissa tehdään sarveiskalvoon ympyrän muotoinen viilto. Viillon jälkeen sarveiskalvo poistetaan ja sen jälkeen koko Tenonin kapseli (katso kuvio 19) tyhjennetään eviskerointilusikalla. Tenonin kapseliin jääneet uveaaliset jäänteet puhdistetaan

100 %:lla etanolilla. (Singh - Chaurasia, 2014: 55; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 77-79.)

Tämän jälkeen tyhjäan Tenonin kapseliin asetetaan pallomainen (yleensä akryylinen tai silikoninen) orbitaimplantti. Sen koko määritellään Tenonin kapselin koon mukaan. Implantin pitää olla tarpeeksi suuri, jotta se tukee riittävästi tulevaa silmäproteesia, mutta tarpeeksi pieni, jottei se aiheuta painetta tuleville tikeille. (Singh - Chaurasia, 2014: 55; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 83-84.)

Operoitavan aukon joustavuutta joudutaan yleensä lisäämään muutamalla viillolla, jotta reilun silmämunan kokoinen orbitaimplantti saadaan mahtumaan Tenonin kapseliin. Kun orbitaimplantti on onnistuneesti asetettu Tenonin kapseliin, ommellaan operointiaukko kiinni. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 77-79.)



Kuvio 19. Tenonin kapseli (kuvassa Fascia bulbi) kuvattuna punaisella värillä. Se sijaitsee sidekalvon alla ympäröiden silmämunaa. Alaosa toimii tukena, jonka päällä silmä lepää.

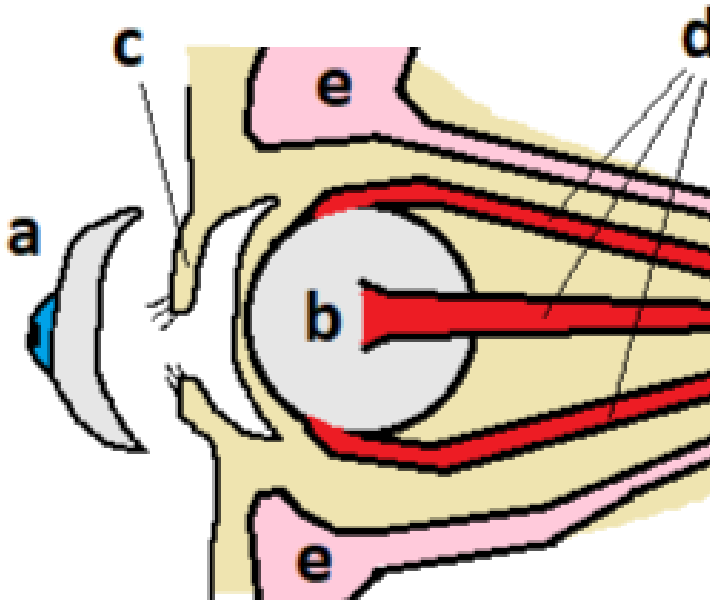
Kapseliin kiinnittyvät myös ulkoisia silmälihaksia ympäröivät sidekudoskapselit (Aine 2011: 349). Courtesy of Henry Gray, Anatomy of The Human Body 1918.

## 6.2 E nukleaatio

E nukleaatiossa poistetaan koko silmä Tenonin kapselia myöten. E nukleaatio aloitetaan tekemällä 360° viilto kovakalvolle, sisäluomien reunoja myötäillen. Tämän jälkeen silmän kovakalvoa aletaan paloitella, kunnes kovakalvon alta paljastuu silmän kääntäjälihakset. Vastaantulevat silmänlihaksset irrotetaan vain kovakalvosta, jättäen niiden origot

koskemattomiksi sillä toiminnallisuus halutaan säilyttää. Kun silmän lihaksset on irrotettu silmämunasta, niitä pidetään ompeleiden avulla esillä ja toisistaan erillään. Seuraavaksi silmää nostetaan silmäkuopasta, jotta näköhermo saadaan näkyviin. Myös näköhermo leikataan irti silmästä. (Singh - Chaurasia, 2014: 55; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 74-75.)

Silmämunan irrottamisen jälkeen tyhjään silmäkuoppaan asetetaan orbitaimplanti. Vuonna 2003 tehdyn kyselyn mukaan suuremmissa osassa tapauksista (57 %) orbitaimplanti käärittiin johonkin yhdisteeseen. Implanttia käärittiin esimerkiksi vicryl-verkkoon (32 % käärityistä) tai luovuttajien kovakalvoon (29 % käärityistä). Tämä edesauttaa silmälihasten kiinnikasvamista implantiin, joka puolestaan suo paremman mahdollisuuden "silmän" liikuttelulle tulevaisuudessa. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 83-84.)



Kuvio 20. a) Silmäproteesi b) orbitaimplantti c) silmäluomet d) silmän kääntäjälihakset, jotka kiinnitetään orbitaimplantiin e) silmäkuopan luusto.

### 6.3 Leikkauksen jälkeen

Molemmissa tapauksissa heti leikkauksen jälkeen umpeen ommellun Tenonin kapselin/silmäkuopan päälle (mutta silmäluomien alle) asetetaan silikoninen tai akryylinen kuori (conformer shell), joka muodoltaan ja kooltaan muistuttaa silmäproteesia. Kuoren tarkoituksena on pitää vastaoperoidun silmän muoto koossa sekä mahdollistaa silmän räpytys ilman silmäluomien hankaamista tikkejä vasten. Kuori on väritykseltään läpikuultava ja siinä on reikiä, jottei vastaommeltu viiltohaava kerää kosteutta. Silmäkuopan kudokset reagoivat operointiin turpoamalla, mutta turvotus laskee yleensä 6 - 8 viikon jälkeen leikkauksesta. Tämän jälkeen voidaan asiakkaan halutessa sovittaa kosmeettinen silmäproteesi. (Singh - Chaurasia, 2014: 55; Artificial Eyes, n.d.; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 80.)

## 7 Silmäproteesin sovittaminen

Jokainen silmäproteesi sovitetaan potilaalle yksilöllisesti. Proteesin sovittamiseen tarvitaan yleensä neljä vaihetta, ja näihin yhdistyy proteesin samanaikainen valmistaminen, sisältäen muotin valamisen ja maalauksen.

### 7.1 Akryylisen silmäproteesin sovitus

Ensimmäisessä tapaamisessa potilaan kanssa hänen silmäkuopastaan otetaan jäljennös sekä mitataan iiriksen ja pupillin halkaisija. Proteesiin tuleva iiris maalataan ottamalla mallia potilaan toisesta silmästä. Kun tulokseen ollaan tyytyväisiä, iiriksen päälle liitetään sarveiskalvo. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 122.)

Toisessa tapaamisessa silmäkuopan jäljennöksen perusteella tehtyä muottia hienosäädetään ja iiriksen sekä sarveiskalvon yhdistelmä liitetään väliaikaisesti muottiin. Tässä vaiheessa muottia muokataan niin kauan, että se on oikean kokoinen ja silmäluomet asettuvat oikein sekä katselinja näyttää luonnolliselta. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 123.)

Kun tulokseen ollaan tyytyväisiä, muotin perusteella valmistetaan lopullinen PMMA-materiaalista tehty proteesi. PMMA-proteesin pintaa tehdään rouheammaksi sekä muotista liitetään iiris ja sarveiskalvo varsinaiseen proteesiin ja sarveiskalvoa hiotaan litteämmäksi. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 123.)

Kolmannen tapaamisen aikana iiriksen väritystä tarkennetaan toisella maalikerroksella ja valkoiseen PMMA-proteesiin lisätään verisuonia keltaisen, sinisen ja harmaan sävyissä. Tämän jälkeen proteesin pinnalle levitetään kirkas kerros PMMA-pinnoitetta ja se kiillotetaan, jolloin tuloksena on elävämmän näköinen proteesi. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 123.)

Viimeisessä tapaamisessa valmis proteesi asetetaan paikoilleen ja tehdään loppuarviointi sekä selvitetään potilaan tyytyväisyys lopputulokseen. Potilaan kanssa käydään

läpi proteesin käsittely eli paikoilleen laittaminen sekä poisotto sekä proteesin huolto ja puhdistus. On myös suositeltavaa sopia jälkitarkastus, jotta saadaan parempi kuva proteesin sopivuudesta sekä voidaan käydä potilaan kanssa läpi hänen omia ajatuksiaan ja kysymyksiään. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 123.)

Jos tulokseen ei olla tyytyväisiä, on mahdollista, että potilaan kanssa pitää sopia uusi aika. On myös mahdollista, että potilaalle pitää suorittaa kirurgisia toimenpiteitä optimaalisen tuloksen saavuttamiseksi. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 122-123, 138-139, 146.)

## 7.2 Lasisen silmäproteesin sovitus

Lasisen silmäproteesin muokkausmahdollisuudet ovat erittäin rajalliset ja tästä syystä silmäproteesi on saatava oikean kokoiseksi jo sen puhallusvaiheessa. Lasisen silmäproteesin valmistus ja sovitus tapahtuvat samalla tapaamiskerralla. Tästä johtuen asiakkaan on oltava mukana proteesin puhallusvaiheessa. Tämä aiheuttaa silmäproteesin luomisessa okularistille suuren vastuun silmäproteesin onnistumisesta niin rakenteellisesti kuin esteettisesti. (Valter's Prosthetic Laboratory Ltd n.d.)

Ensin tapaamisessa etsitään valmiista malleista asiakkaalle sopivin. Tämän jälkeen okularisti vertailee valmiin mallin värejä asiakkaan silmän omiin väreihin ja tekee uuteen proteesiin tarvittavat muutokset. Okularisti vertailee välillä myös uutta valmistuvaa proteesia asiakkaan terveeseen silmään. Lasinen silmäproteesi valmistuu tyypillisesti yhden tapaamiskerran aikana. (Valter's Prosthetic Laboratory Ltd n.d.)

## 8 Silmäproteesin käyttö ja hoito

Akryylisen ja lasisen silmäproteesin käyttö on samanlaista, mutta niiden hoitotavat eroavat toisistaan. Kuitenkin niiden huoltamista yhdistää yleinen periaate, jossa silmäproteesia verrataan oikean silmän tai silmälasilinssin huoltamiseen. Proteesin pinnalle kertyy joka räpäytyksellä kyynelneesteessä luontaisesti esiintyviä proteiineja, lipidejä ja musiiineja. Kuten orgaanisessakin silmässä, siitä on lyhyellä aikavälillä hyötyä sillä kyynelneeste vähentää kitkaa räpäytyksessä silmäluomien ja proteesin välillä.

Toisin kuin orgaanisessa silmässä, pidemmällä aikavälillä nämä proteiinit, lipidit ja musiinit pinttyvät silmäproteesin pintaan. Tilannetta kuvaamaan sopii vertauskuva aallokosta, joka aika ajoin lyö kalliota vasten jättäen kallionseinämään vihreän limamaisen pinttymän. Silmäproteesi on hyvä pestä aika ajoin, sillä kertymät saattavat aiheuttaa mikroskooppisia syöpymiä ja naarmuja proteesiin, jolloin siihen pääsee kertymään enemmän kyynelnesteen ravinteita. Lisäksi räpyttämisen miellyttävyys vähenee. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 276-277.)

### 8.1 Silmäproteesin käyttö

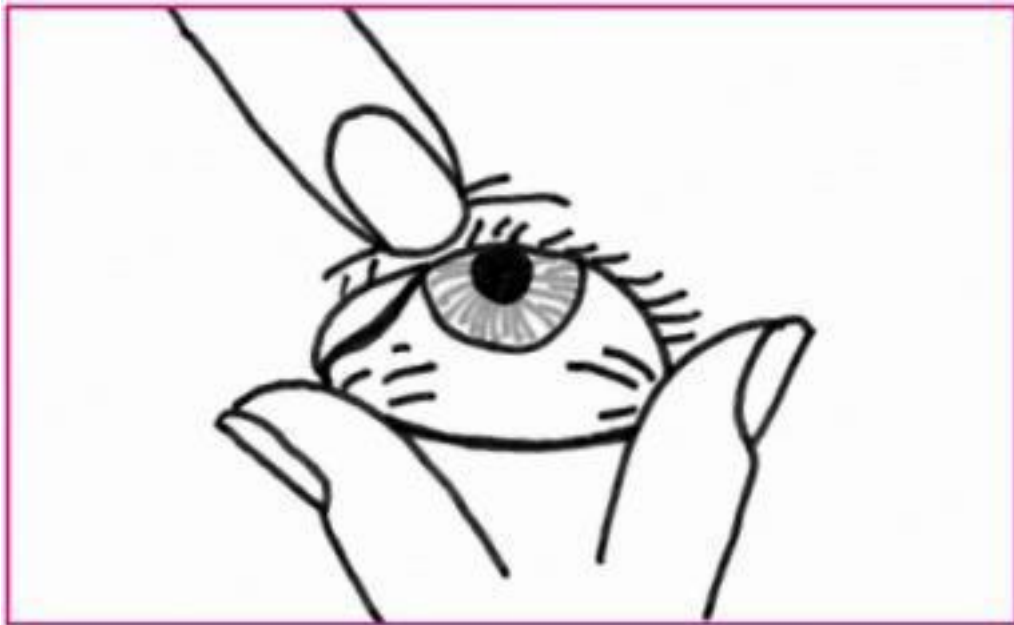
Pehmeä kuminen imututti on yksi kätevimmistä tavoista irrottaa silmäproteesi (katso kuvio 21). Silmäproteesin käsin poistamiselle on myös omat ohjeensa: käsien tulee olla kauttaaltaan pestyt antibakteerisella saippualla ja kaikkien saippuanjäämien tulee olla huuhdeltu pois vedellä. Silmäproteesia poistettaessa asetu kohtisuoraan potilaaseen nähden. Pyydä potilasta suuntaamaan katseensa ylöspäin. Vedä etusormellasi alaluomea alaspäin (sormi ripsien päällä). Paina alaluomea hellästi sisäänpäin ja temporaalipuolelle. Toisella kädellä voit venyttää yläluomea ja proteesia ylöspäin. Tällöin proteesin alalaidan pitäisi tulla näkyviin, jolloin se on helppo poistaa silmäkuopasta (katso kuvio 22). (Asprion Augenprothetik, n.d.; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 273-274.)



Kuvio 21: Imututin pää kostutetaan vedellä, jonka jälkeen siitä litistetään ilmat pois. Vapaan käden sormilla alaluomea vedetään alaspäin ja silmäproteesi nostetaan tutin avulla alaluomen yli alaviistoon. Courtesy of Lehto & Sohlberg: Silmäluomien hyvinvointivinkit proteesin käyttäjälle.

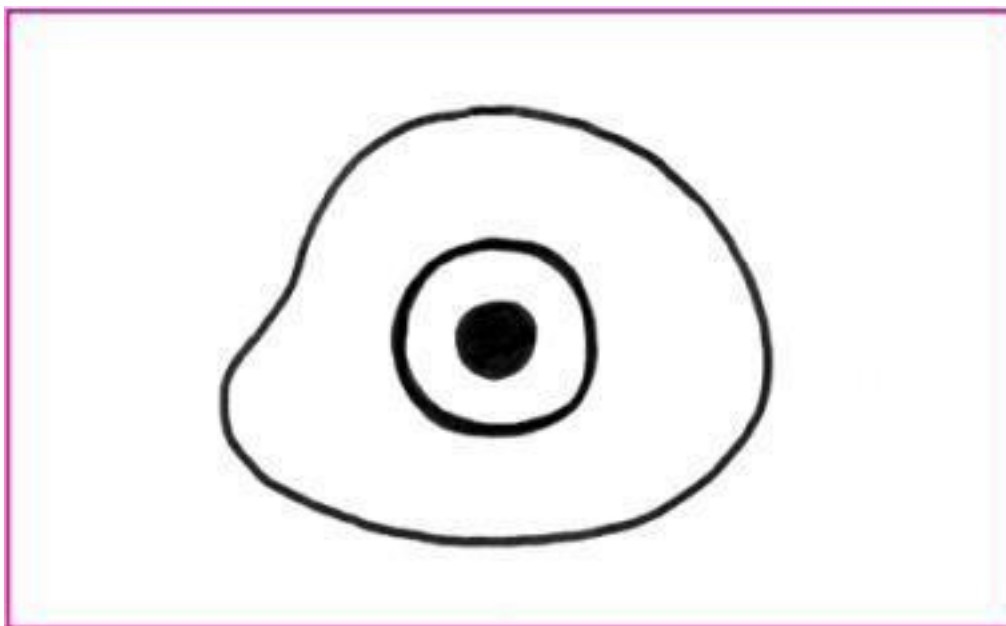
Silmäproteesin laittaminen silmään aloitetaan samaan tapaan käsien huolellisella pesulla. Ota silmäproteesista pihtiote etusormella ja peukalolla. Asettele silmäproteesi niin, että silmään laitettaessa sen terävin kulma osoittaa kohti potilaan nenää (katso kuvio 23). Potilaan eteen asetutaan kohtisuorasti ja potilasta pyydetään katsomaan

alaspäin. Nosta potilaan yläluomea vapaan käden peukalolla. Aseta silmäproteesin ylälaita nostamasi yläluomen alle, siirrä samalla yläluomea pidättelevä peukalo silmäproteesin päälle. Pidä silmäproteesia paikallaan peukalollasi hellästi painaen kohti silmäkuoppaa. Vedä vapaan käden etusormella alaluomea alaspäin, kunnes alaluomi tulee silmäproteesin alta kokonaan esille. Vapauta silmäripset. (Asprion Augenprothetik, n.d; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 274.)



Kuvio 22: Etuprofiilikuva silmäproteesin poistamisesta. Silmäproteesia poistettaessa potilas katsoo ylöspäin. Silmäproteesia silmäkuoppaan asetettaessa potilas suuntaa katseensa alaspäin. Courtesy of Lehto & Sohlberg: Ohjeita silmäproteesin käyttäjälle.

Myös yksin silmäproteesin kanssa toimiessa silmäproteesi poistetaan ja asetetaan edellä mainitulla periaatteella. Peili voi helpottaa silmäproteesin käsittelyä. Lisäksi olisi hyvä pitää esimerkiksi pyyhettä lavuaarin päällä, jottei silmäproteesi vahingoitu pudotessaan. Okularisti varmistaa, että potilas osaa itse poistaa ja asettaa silmäproteesin silmäkuoppaan ennen kuin hän päästää potilaan arkielämään silmäproteesinsa kanssa. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 275.)



Kuvio 23: Silmäproteesin etuprofiili. Kuvan silmäproteesin vasen reuna tulee asettaa nenän puolelle. Courtesy of Lehto & Sohlberg: Ohjeita silmäproteesin käyttäjälle.

## 8.2 Silmäproteesin hoito

Mukuksen kerääntyminen on aina yksilöllistä. Akryylistä silmäproteesia ei suositella pesemään ja/tai poistamaan silmäkuopasta useammin kuin kerran kuussa, eikä harvemmin kuin kerran kuudessa kuukaudessa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että silmäproteesi on silmäkuopassa myös nukkuessa. (Helsingin Silmälääkärikeskus Oy, 1996; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 272). Poikkeuksena suodaan totutteluvaihe, jolloin silmäproteesi on hyvä puhdistaa päivittäin. (Helsingin Silmälääkärikeskus Oy, 1996).

Silmäkuoppa voidaan puhdistaa poistamatta silmäproteesia. On olemassa kotikäyttöisiä ruiskuja, joilla voidaan ruiskuttaa laimeaa silmänpesuliuosta tai steriiliä keittosuolaliuosta silmäproteesin taakse. Ruiskutus tapahtuu venyttämällä silmäproteesia temporaalipuolelle, jolloin ruiskun suulle tehdään tilaa silmäproteesin ja kyynelkanavan väliin. Samalla päätää tulee kallistaa silmäproteesin suuntaan, jotta liuos pääsee kunnolla silmäkuoppaan. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 272.)

Akryylinen silmäproteesi voidaan puhdistaa kostealla paperilla, kuten silmälasilinssein. Kuiva paperi on liian karkeaa silmäproteesin pinnalle, eivätkä proteesin pinnalla olevat



kertymät välttämättä irtoa kuivalla paperilla. Vesi ei saa olla liian kuumaa, vaan mieluummin *haaleaa* - aivan kuten silmälasilinssiäkin puhdistettaessa. Saippua ja etanoli puolestaan vahingoittavat silmäproteesia. Pahimpiin pinttyymiin voidaan käyttää ruokasoodaa. Akryylistä silmäproteesia tulisi käydä puhdistuttamassa ammattilaisella 6 kk - 12 kk välein ja uusia kokonaan 5 - 7 vuoden välein. (Helsingin Silmälääkärikeskus Oy, 1996; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 272, 277; American Academy of Optometry, 2017; Erickson Labs Northwest, 2016; Eye Cancer Center, n.d.)

Akryylistä silmäproteesia ei saisi koskaan päästää täysin kuivaksi, sillä se voi laukaista proteesin tekovaiheessa proteesiin jääneitä jännitteitä, jotka puolestaan saattavat vaurioittaa proteesia. Jos silmäproteesi täytyy jättää pitkäksi aikaa pois silmäkuopasta, annetaan ohjeeksi laittaa se suljettuun purkkiin, joka on täynnä  *kylmää*  vettä. (Pine – Sloan - Jacobs, 2015: 277.)

Lasinen silmäproteesi puhdistetaan laittamalla se  *lämpimään*  suolaveteen 10 - 15 minuutin ajaksi. Tämä pyydetään tekemään jopa päivittäin. (Asprion Augenprothetik, n.d.). Tehokkaampi tapa puhdistaa lasinen silmäproteesi on laittaa se 10 - 15 minuutiksi vetyperoksidiin. Vetyperoksidipesun jälkeen on kuitenkin huolehdittava, että ennen silmään laittoa silmäproteesi tulee huolellisesti huuhtoa keittosuolaliuoksella. Lasisesta silmäproteesista ei voida poistaa naarmujen kaltaisia käytön jälkiä ja proteesi ohjeistetaan uusimaan 1 - 2 vuoden välein. (Koch - Trester, W. - Müller-Uri - Trester, M. - Cursiefen - Heindl, 2016: 133; Asprion Augenprothetik, n.d.; Ocular Prosthetics Inc., 2018.)

Lasinen silmäproteesi eroaa myös säilytystavassa akryylisestä silmäproteesista. Mikäli lasinen silmäproteesi joudutaan jättämään pitkäksi aikaa pois silmäkuopasta, annetaan ohjeeksi laittaa se kuivaan suljettuun tilaan. (Asprion Augenprothetik, n.d.)

Silmäproteesia voidaan suojata ulkoisilta vaurioilta myös silmälaseilla. Lisäksi silmälasit naamioivat silmäproteesia tehden siitä huomaamattomamman. Silmälasit voivat myös parantaa jäljellä olevan silmän näöntarkkuutta. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 278.)

Silmäproteesin tavoin myös ripset ja silmäluomet on pidettävä puhtaina. Pumpulipuikoilla ripsien ja silmäluomien pyyhkiminen on mukuksen poistoon käytännönläheisin tapa. Silmäkuopan ja luomien hygieniasta tulee huolehtia niin kuin siinä olisi terve silmä. Mukuksen muodostumisen vähentämiseksi ei siis vaadita mitään

erityisiä toimenpiteitä. Potilaan elinympäristö ja harrastukset vaikuttavat aina silmän terveyteen. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 272, Ocular Prosthetics Inc., 2018.)

## 9 Silmäproteesien käyttöön liittyviä komplikaatioita

Silmäproteesin ollessa paikallaan silmäkuoppa ei pääse kuivumaan ja silmäluomet pysyvät tuettuina. Hoito- ja käyttöohjeita laiminlyömällä silmäkuoppaan tai silmäluomiin voi ilmaantua tulehduksia tai muita komplikaatioita. (Helsingin Silmälääkärikeskus Oy, 1996). Silmäkuoppa ja silmäluomet voivat kuitenkin muuttua itseksien ajan ja arpeilun myötä. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 176). Tässä luvussa käsitellään yleisimpiä komplikaatioita sekä niiden hoitamista.

### 9.1 Silmäkuopan komplikaatiot

Granuloomat ovat verenkierron häiriöitä, jotka syntyvät silmäkuoppaan kehon immuunipuolustuksen reaktiona vieraaseen materiaaliin. Yleisimmät oireet granuloomien yhteydessä ovat sidekalvontulehdus ja silmäkuoppaan erittyvä märkivä mukus. Granulooma hoidetaan poistamalla sen aiheuttaja, tässä tapauksessa silmä- / kuoriproteesi. Aiheuttajan ollessa epäselvä tulee proteesi vaihtaa ja granuloomaa tulee monitoroida säännöllisin aikaväleihin. Useimmiten granulooma paranee proteesin vaihdolla, mutta jos näin ei käy, on harkittava kirurgista toimenpidettä. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 178- 179.)

Kemoosi on sidekalvon ödeema eli turvotus, joka näyttää ulospäin nesteen täyttämältä rakolta. Sitä aiheuttaa silmäproteesin tai leikkauksen jälkeen orbitaimplantin päällä pidettävän väliaikaisen kuoriproteesin hankaaminen sidekalvoa vasten. Kemoosi voi pahimmillaan kasvaa niin suureksi, että silmäluomien sulkeminen ei ole mahdollista. Tila paranee yleensä poistamalla hankauksen aiheuttaja. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 179.)

Sidekalvolle syntyvät papillat näyttävät pieniltä pahkuroilta sidekalvolla. Lisääntyessään papillat alkavat ulkonäkönsä puolesta muistuttaa lähinnä mukulakivetystä. Pahentuessaan tätä tilaa kutsutaan jättipapillaariseksi konjunktiviitiksi (giant papillary conjunctivitis, GPC). Jättipapillaarinen konjunktiviitti vaatii yleensä steroidi- ja

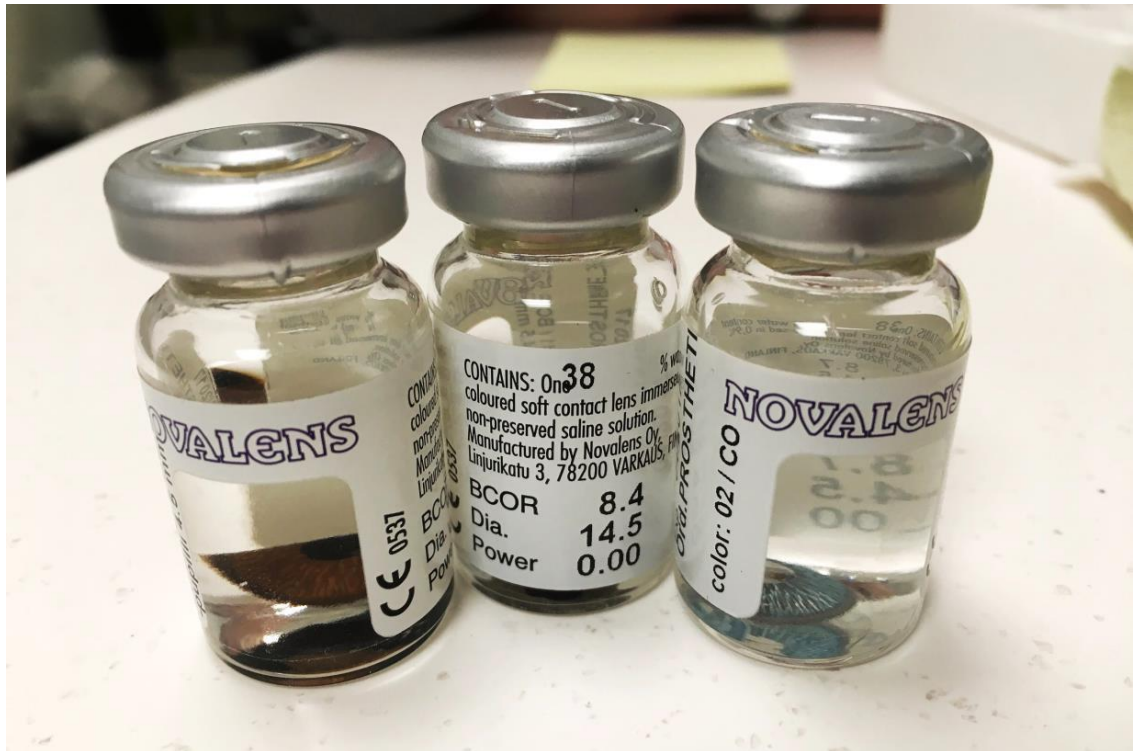
lääkekuurin sekä täydellisen sileän pinnan proteesissa. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 180.)

## 9.2 Kuoriproteesin käyttöön liittyvät komplikaatiot silmän etuosissa

Uudisverisuonitusta saattaa syntyä kuoriproteesin käytön yhteydessä, jos proteesin istuvuus estää kyynelnesteen vapaan liikkumisen silmän pinnalla. Tällöin sarveiskalvon vettä ulos pumppaavat solut eivät toimi kunnolla ja sarveiskalvo paksuntuu sekä muuttuu sameammaksi. Hapenpuutteen vuoksi myös verisuonet alkavat kasvaa kohti sarveiskalvon keskustaa. Toinen komplikaatio, joka myös johtuu liian tiukasta istuvuudesta, on kyynelnesteen mukana erittyvien luonnollisten kuona-aineiden kerääntyminen kuoriproteesin sisälle. Tällöin proteesin pitäminen tuntuu todella epämurkavalta ja käyttöaika lyhenee huomattavasti. Limbuksen ja sarveiskalvon alueella proteesin ei tule olla kontaktissa silmän rakenteisiin, jotta verenkierto ei häiriinny ja kyynelneeste vaihtuu normaalisti (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 163.)

## 10 Kosmeettisten piilolinssien materiaalit ja valmistusprosessi

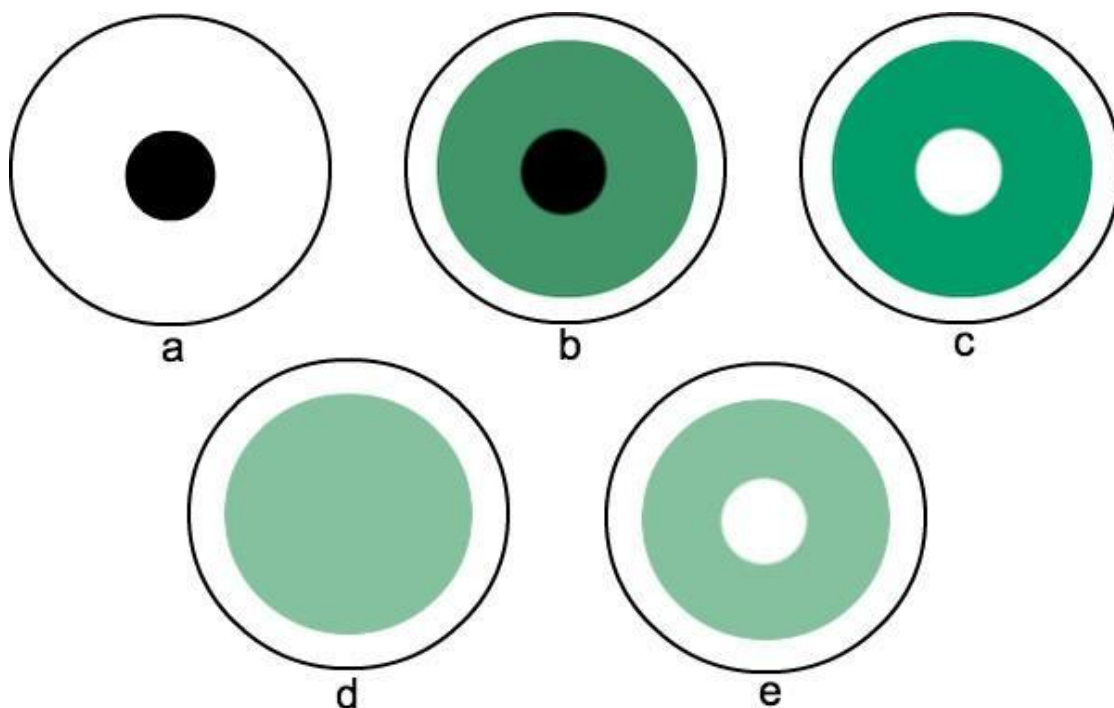
Kosmeettiset piilolinssit ovat yleisimmin valmistettu polymacon, methafilcon, ocufilcon tai contaflex filcon materiaalista. Kosmeettisen piilolinssin vesipitoisuus vaihtelee yleisimmin 38 % - 77 % välillä. Kosmeettisia piilolinssijä on saatavilla lukuisissa parametreissa. Valmistajasta riippuen piilolinssijä saa peruskaarevuudella (base curve) 6,60 - 10,40 mm ja halkaisijalla (diameter) 11,00 - 22,00 mm. Voimakkuusrajat ovat -30,0 dpt - +30,0 dpt. Myös hajataittoa on mahdollista korjata -6,00 dpt - -0,75 dpt 5° välein. (Cantor & Nissel, 2017; American Academy of Optometry, 2017.)



Kuvio 24. Kosmeettisia sovituspilolinssijä vetyperoksidissa. Kotelo on lasia, joka sinetöidään kiinni kertakäyttöisellä kannella.

Ennen kosmeettisen piilolinssin valmistamista on otettava selville, minkälainen linssi sopii asiakkaalle parhaiten. Linssin halkaisijan ja kaarevuuden määrittämiseen voidaan käyttää mitä tahansa pehmeää piilolinssiä. Kun halkaisija ja kaarevuus on saatu selville, otetaan asiakkaan terveestä silmästä mahdollisimman tarkat kuvat. Valokuvissa on keskittyttävä valaistuksen ja värien luonnollisuuteen. Kuvien ottamisen jälkeen, voidaan kuvista mallia katsomalla maalata käsin tai koneellisesti kosmeettiseen piilolinssiin mahdollisimman tarkasti valokuvaa vastaavat yksityiskohdat. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015; Cantor & Nissel, 2017.)

Kosmeettisen piilolinssin takapinta voidaan värjätä valkoiseksi, mustaksi, tai jättää kirkkaaksi (katso kuvio 25 kosmeettisten piilolinssien värimalleista). Takapinnan värjäämisellä saadaan aikaan paras visuaalinen lopputulos. Lisäksi takapinnan värjäämisellä on fotopsiaa ehkäiseviä vaikutuksia. Mikäli silmässä on näköä jäljellä, voidaan pupilliaukon kohta jättää värjäämättä. Nykyään on myös mahdollista tilata neulanreikävaikutusta hyödyntävä piilolinssi, jossa piilolinssin pupilliaukon keskikohta jätetään värjäämättä. (Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 159; Cantor & Nissel, 2017.)



Kuvio 25. Kosmeettisten piilolinssien värimallit. a) peitetty pupillin alue, värikalvon alue kirkas b) maalattu värikalvon alue, jonka keskellä läpikuultamaton pupillin alue c) maalattu värikalvon alue, jonka keskellä läpikuultava pupillireikä d) hieman läpikuultava osittain väritetty värikalvon alue ilman pupilliaukkoa e) hieman läpikuultava osittain väritetty värikalvon alue, jonka keskellä kirkas pupilliaukko.

Asiantuntijahaastatteluista selvisi käytännön osoittaneen, että tumman värikalvon omaavalle henkilölle on helpompi teettää kosmeettinen piilolinssi. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että tummemmissa väreissä värisävyjen erottaminen ei ole yhtä helppoa. Värikalvon ollessa vihreä tai sininen, on kosmeettisen piilolinssin oltava juuri oikean värinen. Muuten väriero silmien välillä huomataan.



Kuvio 26. Oikeassa silmässä on kosmeettinen piilolinssi, jonka pupilliaukko on värjätty mustaksi. Vasemmassa silmässä on kosmeettinen piilolinssi, jonka pupilliaukkoa ei ole värjätty.

### 10.1 Milloin kosmeettinen piilolinssi

Kosmeettisella piilolinssillä saadaan esteettisesti ehostettua esimerkiksi trauman tai leikkauksen jäljiltä asiakkaan mielestä rumaksi jäänyttä silmää. Kosmeettista piilolinssiä voidaan käyttää, kun asiakkaalla on esimerkiksi keratopatia, kolobooma, aniridia, polykoria, heterokromia, fotofobia, amblyopia, mykiön luksaatio, afakia, pseudofakia, tai kosmeettisesti häiritseviä poikkeavuuksia lasiaistilassa. (American Academy of Optometry, 2017.)



Kuvio 27. Oikean silmän värikalvon kolobooma.

Kosmeettinen piilolinssi on toiminnallisempi kuin yksikään silmäproteesi. Mikäli asiakkaalla on tuhoutuneessa silmässään näköä jäljellä, voidaan kosmeettisella piilolinssillä paremman estetiikan lisäksi saavuttaa myös parempi näöntarkkuus. Kuoriproteesin tavoin kosmeettinen piilolinssi ei välttämättä vaadi kirurgisia toimenpiteitä sovittamista varten. (American Academy of Optometry, 2017.)



Kuvio 28. Silmä, jossa esiintyy aniridia eli värikalvon alikehittyneisyys tai puutos. Courtesy of Clare Gilbert. International Centre for Eye Health.

Kosmeettisuuden ja toiminnallisuuden lisäksi kosmeettisella piilolinssillä voi olla myös terapeuttisia vaikutuksia. Piilolinssi voi silmän tilasta riippuen auttaa fotsipsian oireissa sekä ehkäistä silmän pintakudosten kulumista. (American Academy of Optometry, 2017). Kuoriproteesi on parempi suurta karsastusta varten, sillä kosmeettinen piilolinssi keskiöityy piilolinseille ominaiseen tapaan sarveiskalvolle. (American Academy of Optometry, 2017; Pine - Sloan - Jacobs, 2015: 161.)

## 10.2 Kosmeettisen piilolinssin käyttö ja hoito

Asiantuntijahaastattelujen pohjalta voidaan todeta, että yleisesti ottaen pehmeän kosmeettisen piilolinssin tulisi olla silmässä vain vaadittu aika. Käytännössä tämä tarkoittaa lähinnä tilanteita, joissa on läsnä muita ihmisiä, kuten juhlat ja tapahtumat. Käyttöohjeita laiminlyödessään käyttäjän riskit altistua bakteereille ja silmätulehduksille kasvavat. Kosmeettisia piilolinsejä käytettäessä komplikaatiot johtuvat samoista

asioista kuin minkä tahansa muunkin pehmeän piilolinssin väärinkäytöstä. Piilolinssijä käytettäessä asiantuntijoiden ohjeiden mukaisesti komplikaatioilta välttyään.

Kosmeettisia piilolinssijä puhdistetaan ja säilötään aivan kuten muitakin pehmeitä piilolinssijä. Puhdistus ja säilöntä voidaan tehdä millä tahansa piilolinssien puhdistukseen ja säilöntään tarkoitetuilla nesteillä. Piilolinssijä voidaan siis säilyttää yhtä hyvin niin vetyperoksidissa, kuin multipurpose-piilolinssinesteessäkin.

### 10.3 Skleraaliset piilolinssit

Skleraaliseen piilolinssiin voidaan kosmeettisen piilolasin tavoin räätälöidä iiris ja pupilli vastaamaan terveemmän silmän ulkonäköä. Skleraallinen linssi voi toimia kosmetiikkaa edistävänä välineenä myös sellaisenaan, esimerkiksi ptoosissa. Kuitenkin skleraalisella piilolinssillä on lähtökohtaisesti tarkoitus parantaa näöntarkkuutta. (van der Worp, 2015: 6.)

Skleraallinen piilolinssi on tyypillisesti kosmeettisen piilolinssin halkaisijaa suurempi; noin 16 - 20 mm. Skleraallinen piilolinssi ottaa tukea vähemmän tuntoherkän sidekalvon päältä jättäen tuntoherkän sarveiskalvon koskemattomaksi. Ainoassa kosketuksessa sarveiskalvoon on keittosuolaliuos, joka jää skleraalisen piilolinssin ja sarveiskalvon väliin. Skleraaliset piilolinssit on valmistettu nykyisten kovien piilolinssien (RGP) kanssa samasta materiaalista. (Scleral Lens Center, 2018; All about vision 2016.)

Skleraallinen piilolinssi on hyvä ratkaisu, kun silmässä on näköä jäljellä, mutta joko sarveiskalvossa tai luomissa on jotain näkemiseen negatiivisesti vaikuttavaa. Skleraalista piilolinssiä voidaan sovittaa keratokonus- ja keratopatiapotilaille sekä Sjögrenin syndroomasta ja Stevens-Johnson-oireyhtymästä kärsiville. Skleraallinen piilolinssi voi jopa auttaa kääntheishyljinnästä (GVHD) kärsiviä potilaita. Mikäli esimerkiksi luomien liike (silmäluomen kolobooma tai eksoftalmus) tai kyynelneesten laatu on riittämätöntä, voidaan skleraalisella piilolinssillä tuottaa näkemisestä mukavaa ja terävää. Käytännössä kuitenkin yleisin syy skleraalisten piilolinssien käyttöön on silmän epiteelin vaurioiden suojaaminen, esimerkiksi leikkauksen tai trauman jäljiltä. (van der Worp, 2015: 5.)





Kuvio 29. Skleraalin piilolinssi poistotutin päässä. Myös skleraalin piilolinssi voidaan maalata kosmeettiseksi.

## 11 Suomalainen käytäntö

Tässä luvussa termillä “apuväline” katetaan kaikki seuraavista: silmäproteesi, kuoriproteesi, kosmeettinen piilolinssi ja skleraalin piilolinssi. Suomalainen käytäntö on selvitetty käyttäen apuna asiantuntijahaastatteluja sekä Näkövammaisten keskusliitto ry:n ja Sosiaali- ja terveysministeriön nettisivuja.

### 11.1 Apuvälineen myöntämisperusteet

Näkövammaisuuden määrittämiseen käytetään Suomessa WHO:n luomaa luokitusta. Henkilö katsotaan näkövammaiseksi, mikäli hänen puutteellisesta näkökyvystään

aiheutuu haittaa, jonka haitta-aste (invaliditeetti) on suuruudeltaan 50 % tai enemmän. Tämä tulee olla huomioituna lääkärin antamassa lausuntolomakkeessa. Apuvälineen tulee auttaa hakijaa *esimerkiksi* työssä, opiskelussa tai ylipään arjesta selviytymisessä. Arvion tekee silmätautien erikoislääkäri.

HYKS Silmäklinikan suositus näkövammaisten apuvälineiden myöntämisperusteista vuodelta 2005 kertoo: "Lääkinnällisin perustein myönnettävän apuvälineen tulee ylläpitää tai edistää näkövammaisen itsenäistä selviytymistä päivittäisissä toiminnoissa. Edellytys apuvälineen myöntämiseksi on, että kuntoutuja hyötyy apuvälineestä ja kykenee käyttämään sitä." Suositus perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön oppaaseen vuodelta 2005. Oppaassa mainitut myöntämisen perusteet ovat valtakunnallisia.

## 11.2 Apuvälineen hankkiminen

Ensimmäistä apuvälinettä varten hakijan on saatava paikallisen erikoissairaanhoidon (keskussairaalan / silmäklinikan) lääkäriltä puoltava lausunto apuvälineen tarpeesta. Mikäli tarve todetaan aiheelliseksi, lähettää erikoissairaanhoidon maksusitoumuksen kunnalle (katso liitteet 1 ja 2). Tällöin kunta kilpailuttaa apuvälineitä tarjoavat yritykset ja korvaa apuvälineen hakijalle. Ensimmäisen apuvälinekorvauksen jälkeen, korvausta apuvälineille haetaan jatkossa perusterveydenhuollon kautta (yleislääkäri, terveydenhoitaja).

Kuori- ja silmäproteesit korvataan viiden (5) vuoden välein, paitsi lapsille kasvun mukaan. Kosmeettiset ja skleraaliset piilolinssit korvataan yhden (1) vuoden välein. Ensimmäisten kolmen kuukauden sisällä luovutuksesta silmäproteesiin mahdollisesti tarvittavat korjaukset sisältyvät sen hankintahintaan. Apuvälineen korvaus tapahtuu aina maksusitoumuksen kautta. Mikäli potilas hävittää tai rikkoo apuvälineensä ennen kuin hän on oikeutettu uuteen apuvälineeseen, joutuu hän itse korvausvelvolliseksi uuden apuvälineen halutessaan.

## 11.3 Apuvälineen valmistaminen

Suomessa silmä- ja kuoriproteeseja tehdään kahdessa paikassa: Helsingissä Lehto & Sohlberg Oy:ssä ja Espoossa Suomen Silmäproteesiklinikalla. Suomessa okularisti tarvitsee Valviran myöntämän luvan toimiakseen terveydenhuollon alalla.

Suomessa ei valmisteta kosmeettisia piilolinsskejä, vaan ne tilataan Ruotsista, Saksasta tai Iso-Britanniasta. Käytännössä tämä tarkoittaa silmistä otettujen valokuvien lähettämistä (.jpg- tai .jpeg-formaatissa) ja piilolinssin parametrien ilmoittamista joko Novalens, Multilens tai Cantor & Nissel -nimiselle yritykselle. Piilolinssi on ensimmäisellä kerralla harvoin tismalleen saman värinen kuin terve silmä. Tällöin silmäparista otetaan uudet kuvat piilolinssin ollessa korjattavassa silmässä. Joskus väärän värinen piilolinssi tulee lähettää takaisin maahantuojalle. Valmistajasta ja tilanteesta riippuen väärän värinen piilolinssi voidaan uusia maksutta useampaankin kertaan.

## 12 Pohdinta

Suomessa okularistin titteliä tavoitteleva joutuu suorittamaan opintonsa ulkomailla, esimerkiksi Iso-Britanniassa. Okularistin työ on enimmäkseen materiaalien käsittelyä. Siksi parempana pohjakoulutuksena optometrian sijaan voisikin olla hammasteknikon tutkinto. Hammasteknikot suunnittelevat ja valmistavat monenlaisia proteeseja, mutta heidän koulutuksessaan käydään silmäproteesit läpi maininnan tasolla. Optometristin nykyiseen koulutukseen silmäproteesit eivät kuulu edes maininnan tasolla.

Optometristien ja okularistien yhteistyötä voitaisiin kuitenkin tiivistää. Esimerkiksi, mikäli okularisti huomaa tilanpuutteen kuoriproteesille, voisi okularisti ohjata asiakkaansa optometristille kosmeettisen piilolinssin sovitusta varten. Sama toimisi myös toisin päin; optometristi voisi opastaa asiakkaita silmä- ja kuoriproteeeseista, jos hän arvelee niistä olevan hyötyä asiakkaalle. Nykyisellään tiedonkulku alojen välillä on hyvin vähäistä.

Käytännössä optometristin ja okularistin välistä yhteistyötä voitaisiin alkaa kehittää esimerkiksi kertomalla okularistien työstä optometrian tutkinto-ohjelmassa. Esimerkiksi silmien terveydentilaan liittyvissä kursseissa voitaisiin käydä silmäproteesien pääperiaatteet läpi. Tilanne voisi olla verrattavissa nykyhetkeen, jossa optometristit koulutetaan ohjaamaan heikkonäköiset asiakkaat apuvälineitä myyviin toimipisteisiin. Samalla vaivalla voitaisiin silmäproteesien tarpeessa oleville henkilöille kertoa silmäproteesien olemassaolosta ja hankintaprosessista.

## 12.1 Uutta ja vanhaa

Akryylisten silmäproteesien valmistusperiaate ei ole muuttunut niiden olemassaolon aikana ja lasiset silmäproteesit ovat olleet samankaltaisia jo 1800-luvulta lähtien. Vain valmistuksessa käytettävät apuvälineet ovat kehittyneet, mahdollistaen entistä räätälöidympien ja turvallisempien silmäproteesien valmistamisen.

Syy, miksi silmäproteesien valmistamiseen ei vielä ole vakiintunut mitään automaation mahdollistamaa oikotietä, voikin johtua silmäproteesien yksilöllisyydestä. Silmäproteesia tehtäessä ja sovitettaessa tulee ottaa huomioon henkilön silmäkuopan koko ja muoto, luomien koko ja liike, terveen silmän tarkat yksityiskohdat, asiakkaan muut toiveet sekä mahdolliset komplikaatiot.

Vahan valaminen silmäkuoppaan muotin avulla on kovin vanhanaikaista, vaikkakin pettämättömän tarkkaa. Tulevaisuudessa voidaan silmäkuopan kuvantamisessa ehkä käyttää 3D-skanneria. Sen keräämä tieto siirrettäisiin tietokoneeseen, johon on kytketty myös 3D-tulostin. Tällöin silmäproteesi olisi jo kosmeettista viimeistelyä vaille valmis.

Tänä päivänä 3D-tulostamalla kyetään valmistamaan lähes kaikkea esimerkiksi kengistä aina auton varaosiin asti. Myös erilaisia proteeseja, kuten neniä, korvia, hampaita ja jopa käsiä sekä jalkoja valmistetaan käyttöön 3D-tulostimilla. Myös ensimmäiset silmäproteesit on tulostettu 3D-printtereitä apuna käyttäen, mutta niiden mallit on otettu olemassa olevista silmäproteeseista. Automaation ansiosta, silmäproteesin tulostaminen olisi paljon nopeampaa ja halvempaa kuin akryylistä tai lasista valmistamalla tehdyt silmäproteesit.

Toistaiseksi suurin ongelma 3D-tulostetussa silmäproteesissa onkin ollut sen autenttisuus, sillä värikalvoa on vaikea tehdä aidonnäköiseksi. Tulevaisuudessa silmäproteesien tarkka räätälöinti tietokoneohjelmien avulla tulee todennäköisesti toteutumaan. 3D-tulostimen materiaali voi olla esimerkiksi maissitärkkelyksestä johdettua, biohajoavaa ja myrkytöntä muovia, jolloin 3D-tulostetut silmäproteesit eivät tuota terveyshaittaa.

3D-tulostamisesta tuskin tulee lähivuosien aikana ensisijaista silmäproteesien valmistusmenetelmää. Rajallinen asiakaskanta kattaa kalliit 3D-tulostamista varten

tarvittavat laitteet vain pitkällä aikavälillä. Kun tulostinlaitteet sekä -materiaalit halpenevat ja teknologia mahdollistaa autenttisen ja turvallisen proteesin valmistuksen, voidaan odottaa 3D-tulostamisen yleistyvän tälläkin alalla.

Mielenkiintoista olisi tehdä jatkotutkimuksia, kun merkittävää kehitystä tapahtuu - esimerkiksi 3D-tulostamisen, toiminnallisten proteesien (Argus® II) tai muiden älyä sisältävien näkemisen apuvälineiden yleistyessä. Kun tällaiset keksinnöt alkavat olla ajankohtaisempia, voisi niihin liittyen tehdä opinnäytetyön sekä miettiä niiden vaikutusta optiseen alaan. Aihealueesta saa aikaan monenlaisia töitä, kuten esimerkiksi systemaattisen kirjallisuuskatsauksen, kyselytutkimuksen tai oppaan.

Kyselytutkimuksella päästäisiin henkilökohtaisemmalle tasolle silmäproteesien käyttäjien maailmaan. Tarkasteltavia aihepiirejä voisivat olla esimerkiksi kuntoutus ja arkielämä. Tässä on haasteena silmäproteesien käyttäjien tavoittaminen sekä vähäinen määrä. Tulokset voisivat kuitenkin auttaa esimerkiksi silmäproteesin omaavan ihmisen läheistä, tai henkilöä jolla on silmäproteesin hankkiminen edessään.

## 12.2 SOTE-uudistus

Kuten monen muunkin asian saralta, on mahdotonta vielä sanoa, miten SOTE-uudistus tulee vaikuttamaan silmäproteesien ja/tai kosmeettisten piilolinssien hankintaprosessiin. Molemmissa tapauksissa tarvitaan silmälääkäriltä lupa sovittukseen ja arvio hankintaa varten. Tällöin on todennäköistä, että SOTE-uudistus vaikuttaa alan toimintaan ainakin jollakin tasolla. Tällä hetkellä terveydenhuoltolain mukaan apuvälinepalvelut ovat osa kunnan tarjoamaa lääkinnällistä kuntoutuspalvelua.

Apuvälinepalvelujen tullessa samanaikaisesti julkiselta, yksityiseltä ja kolmannen sektorin toimijoilta, nousee haasteeksi apuvälinerekisterien ylläpito. Muun muassa apuvälineiden hankinnat, varastojen seuranta ja apuvälineiden luovutusten seuranta tapahtuu rekisterin kautta. Kun apuvälinepalveluiden tuottajilla ovat omat apuvälineet ja rekisterijärjestelmät, vaikeutuu apuvälineiden yhtenäinen hallinnointi, hankinnat ja uudelleenkäyttö. Tämä puolestaan lisää kustannuksia. Mahdolliset muutokset hankintaprosesseissa voivat vaikuttaa jopa silmäproteesien valmistusmenetelmiin. Tästä olisi hyvä tehdä jatkotutkimuksia SOTE-uudistuksen tullessa ajankohtaiseksi.

### 12.3 Optinen ala uuteen nousuun?

Suomessa on todella pitkään ollut vain kaksi silmä- ja kuoriproteeseille omistautunutta yritystä. Todennäköisimmin siksi, että alan työnjälki on miltei näkymätöntä ja koulutus joudutaan hankkimaan ulkomailta. Alan näkymättömyyttä korostaa erittäin rajallinen asiakaskanta ja tätä kautta vähäinen kirjallisuus. Nämä huomiot auttavat ymmärtämään, kuinka pieni markkinarako alalle todellisuudessa on.

Ennen vanhaan oli tavanomaista tuoda silmäproteesi kiillotettavaksi optikolle, mutta silmäproteesien käsittelytaito on historian käänneiden vuoksi kadonnut optikoiden keskuudesta. Mikäli silmäproteesien pääperiaatteet ja materiaalien käsittely lisättäisiin riittävällä tasolla optometristien koulutukseen, saisivat optisen alan ammattilaiset mahdollisesti lisää asiakkaita. Jo pelkkä silmäproteesin puhdistuttaminen ja / tai kiillottaminen ammattilaisella toisi pitkällä aikavälillä lisää myyntiä. Lisäksi kuluttajan näkökulmasta olisi

oikeudenmukaista, ettei esimerkiksi Oulussa asuvan silmäproteesin käyttäjän tarvitse laittaa silmäproteesiaan kirjekuoreessa pääkaupunkiseudulle pelkkää kiillotusta varten.

Lisämyyntiä voitaisiin ansaita myös taidolla, jonka suurin osa optikoista jo osaa - piilolinssisovituksilla. Asiantuntijahaastattelusta selvisi, että silmäproteesien lisäksi kosmeettisten piilolinssien sovitus kiehtoo okularisteja. Piilolinssin sovitukseen tarvitaan kuitenkin optikon tai optometristin koulutus. Näitä tietoja ja taitoja voitaisiinkin hyödyntää enemmän optisen alan ammattilaisten keskuudessa. Tällä hetkellä kosmeettisia piilolinssiejä sovitetaan terapeuttisessa mielessä Suomessa vain sairaaloissa silmätautien osastolla ja myymälöissä, joissa on erikseen kosmeettisiin piilolinssihin perehtynyt optikko tai optometrismi. Piilolinssisovituksesta voi olla merkittävää hyötyä asiakkaalle. Optikon olisikin tärkeä osata tarttua toimeen, mikäli hän edes epäilee piilolinssistä olevan hyötyä asiakkaalle. Myös tässä asiassa asiakkaan olisi helpompaa tulla mille tahansa optikolle kuin hakeutua joka kerta sairaalaan sovitusta varten.

## Lähteet

Aine, Esko 2011. Silmäkuoppa ja silmäkuopan sairaudet. Teoksessa Saari, K. M. (toim). Silmätautioppi. 6. painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.

American Academy of Optometry, 2017. What to do with Artificial Eyes: Ocular Prosthetics Primer. <[https://www.aaopt.org/docs/academy-2017-chicago-handouts/v1\\_ses\\_go-06.pdf?sfvrsn=8f3b1fba\\_2](https://www.aaopt.org/docs/academy-2017-chicago-handouts/v1_ses_go-06.pdf?sfvrsn=8f3b1fba_2)>. Luento. Luettu 12.1.2018.

Aetna, 2017. Artificial Retina. Verkkodokumentti. <[http://www.aetna.com/cpb/medical/data/700\\_799/0713.html](http://www.aetna.com/cpb/medical/data/700_799/0713.html)>. Luettu 19.11.2017.

All About Vision, 2016. Bionic Eye Implants: Hope For The Blind. Verkkoartikkeli. <<http://www.allaboutvision.com/conditions/bionic-eyes.htm>>. Luettu 15.11.2017.

All About Vision, 2016. Scleral Contact Lenses. Verkkoartikkeli. <<http://www.allaboutvision.com/contacts/scleral-lenses.htm>>. Luettu 22.1.2018.

All About Vision, 2017. When were contact lenses invented?. Verkkoartikkeli. <<http://www.allaboutvision.com/contacts/fag/when-invented.htm>>. Luettu 20.1.2018.

ASO, 2017. American Society of Ocularists. Verkkodokumentti. <<http://www.ocularist.org>>. Luettu 10.1.2018.

Asprion Augenprothetik, n.d. Inserting and removing the artificial eye. Verkkoartikkeli. <[http://www.asprion.at/prosthetic\\_eyes/inserting\\_artificial\\_eye.html](http://www.asprion.at/prosthetic_eyes/inserting_artificial_eye.html)>. Luettu 13.1.2018.

ABO, n.d. Association of British Ocularists. Verkkodokumentti. <<http://abo.uk.com>>. Luettu 10.1.2018.

AEO, 2017. Association of European Ocularists. Verkkodokumentti. <<http://www.aeo2017.com>>. Luettu 10.1.2018.

Artificial Eyes, n.d. Conformer Shells. Verkkoartikkeli. <<https://artificialeyes.net/conformer-shells/>>. Luettu 11.1.2018.

Cantor & Nissel, 2017. Nissel Custom Hand Painted - Prosthetic. Verkkoartikkeli.  
<<https://www.cantor-nissel.co.uk/nissel-custom-prosthetic>>. Luettu 9.1.2018.

CSO, 2013. Canadian Society of Ocularists. <[http://www.cso-sco.ca/english/e\\_home2.html](http://www.cso-sco.ca/english/e_home2.html)>. Luettu 10.1.2018.

Dallas Eye Prosthetics. A Brief History of Ocular Prostheses. Verkkoartikkeli.  
<<http://www.dallaseye.net/history-of-artificial-eyes.php>>. Luettu 30.8.2017.

Efron, Nathan 2010. Contact lens practice. Toinen painos. Butterworth-Heinemann Elsevier.

Erickson Labs Northwest, 2016. How to handle your artificial eyes. Verkkoartikkeli  
<[http://www.ericksonlabs.com/v/Artificial\\_Eyes/care\\_handling.asp](http://www.ericksonlabs.com/v/Artificial_Eyes/care_handling.asp)>. Luettu 14.1.2018.

Eye Cancer Center, 2018. Enucleation: About Ocular Prosthesis Care. Verkkoartikkeli.  
<<https://eyecancer.com/eye-cancer/research-articles/enucleation-about-ocular-prosthesis-care/>>. Luettu 28.1.2018.

Farrokh, Kaveh, 2015. The World's Oldest known Artificial Eye. Verkkoartikkeli.  
<<http://kavehfarrokh.com/iranica/maps-of-iran-5000-bc-651-ad/the-worlds-oldest-known-artificial-eye/>>. Luettu 1.9.2017.

Gizmodo, 2014. [Bionic Eyes Can Already Restore Vision, Soon They'll Make It Super-human.](https://gizmodo.com/bionic-eyes-can-already-restore-vision-soon-theyll-mak-1669758713) Verkkoartikkeli. <<https://gizmodo.com/bionic-eyes-can-already-restore-vision-soon-theyll-mak-1669758713>>. Luettu 18.11.2017.

Helsingin Silmälääkärikeskus Oy. Silmäproteeseista ja niiden ominaisuuksista, 1996. Opas.

Hirsjärvi, Sirkka & Hurme, Helena 2004. Tutkimushaastattelu. Helsinki: Gaudeamus

Hirsjärvi Sirkka - Remes Pirkko - Sajavaara Paula 2004. Tutki ja kirjoita. Helsinki:Tammi.



Kelley, John, J. History of Ocular Prostheses. Wolters Kluwer Health, Inc; 1970.

Koch, K. - Trester, W. - Müller-Uri, N. - Trester, M. - Cursiefen, C. - Heindl, L. M. Der Ophthalmologe. Springer, 2016. E-kirja.

Koleva, Milena, Technical University of Gabrovo, n.d. Verkkodokumentti.  
<[http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/plastics\\_PMMA\\_FI.pdf](http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/plastics_PMMA_FI.pdf)> Luettu 10.1.2018.

McDonnell Claire, 2013. Contact lens materials. Verkkodokumentti.  
<<http://www.academyofvisioncare.com/files/documents/CL%20Materials%20May%2031st.pdf>> Luettu 10.1.2018

MIT, 2013. Bionic Eye Implant Approved for U.S. Patients. Massachusetts Institute of Technology. Verkkodokumentti. <<https://www.technologyreview.com/s/511356/bionic-eye-implant-approved-for-us-patients/>>. Luettu 20.11.2017.

Mindat, 2018. Online mineral and locality database. Cryolite. Verkkoartikkeli.  
<<https://www.mindat.org/min-1161.html>>. Luettu 11.1.2018.

Murphy, John 2013. More Details on Dua's Layer of the Cornea. Review of Optometry, Verkkodokumentti. . Luettu 1.3.2018.

Näkövammaisten liitto ry, 2016. Lausuntosuositus lääkäreille. Potilaana näkövammaisen - miten kuvata tilannetta lausunnoissa?. Verkkodokumentti.  
<<http://www.nkl.fi/fi/etusivu/ajankohtaista/lausunto/suosituksset/silmalaakariohje>> Luettu 16.1.2018.

OAA, n.d. Ocularists Association of Australia. Verkkodokumentti  
<<http://ocularistsaustralia.com>>. Luettu 10.1.2018.

Ocular Prosthetics Inc., 2018. Cleaning And Storage of Prosthetic Eye. Verkkoartikkeli.  
<<https://ocularpro.com/cleaning-and-storage-of-a-prosthetic-eye/>>. Luettu 28.1.2018.

OASA, 2007. Ocularists Association of Southern Africa. Verkkodokumentti.  
<<http://www.oasa.org.za>>. Luettu 10.1.2018.

OSI, n.d. Ocularists Society of India. Verkkodokumentti.  
<<http://ocularists.net/associations/ocularist-society-of-india/>>. Luettu 10.1.2018

Princeton, n.d. The Development of Contact Lenses. Verkkodokumentti.  
<<https://www.princeton.edu/~ota/disk3/1984/8409/840904.PDF>>. Luettu 20.1.2018.

Pine, Keith R. - Sloan, Brian H. - Jacobs, Robert J. Clinical Ocular Prosthetics. Springer, 2015. E-kirja.

Salminen, Ari, 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Verkkodokumentti.  
<[https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf)> Luettu 26.3.2018.

Scleral Lens Center, 2018. Scleral Contact Lenses. Verkkoartikkeli.  
<<http://thescleralenscenter.com/services/>>. Luettu 22.1.2018.

Second Sight, 2016. Argus® II Retinal Prosthesis System. Verkkoartikkeli.  
<<http://www.secondsight.com/g-the-argus-ii-prosthesis-system-pf-en.html>>. Luettu 15.11.2017.

Second Sight. 2012. *Second Sight EN 2012 Argus II Retinal Prosthesis System Artificial Retina Bionic Eye*. Youtube video, 1:02, julkaistu 7.10.2012.  
<[https://www.youtube.com/watch?v=Bi\\_HpbFKnSw](https://www.youtube.com/watch?v=Bi_HpbFKnSw)>

Singh, Kumari R., - Chaurasia, Shweta, 2014. Oculari Implants and Prosthesis. Verkkodokumentti. <<http://www.dos-times.org/pulsar9088/20150222180558096.pdf>>. Luettu 7.1.2018.

Super Deluxe. 2017. *Making Prosthetic Eyes*. Youtube video, 4:55, julkaistu 17.9.2017.  
<<https://www.youtube.com/watch?v=u3NLFPiP9zs>>

TheAtlantic, 2015. The Prosthetic Eyeball Is a Work of Art. <<https://www.theatlantic.com/health/archive/2015/12/prosthetic-eye-acrylic-eyeball-ocularist/421443/>>. Luettu 5.9.2017.

Thurston, Alan, J.; 2007. Paré and prosthetics: the early history of artificial limbs. Verkkoartikkeli. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1445-2197.2007.04330.x/full>>. Luettu 2.9.2017.

Valter's Prosthetic Laboratory Ltd, n.d. Cryolite Glass Prosthesis. Verkkodokumentti. [http://www.vpl.lv/eng/ocular\\_prosthetics/cryolite\\_glass\\_prosthesis](http://www.vpl.lv/eng/ocular_prosthetics/cryolite_glass_prosthesis)> Luettu 30.3.2018.

van der Worp, Eef, 2015. A Guide to Scleral Lens Fitting. Pacific University. Toinen painos. Verkkodokumentti. [https://www.artoptical.com/storage/docs/A\\_Guide\\_to\\_Scleral\\_Lens\\_Fitting.pdf](https://www.artoptical.com/storage/docs/A_Guide_to_Scleral_Lens_Fitting.pdf)>. Luettu 21.1.2018.

VisionAware, 2015. New Research: The Argus II Retinal Prosthesis (Bionic Eye) Is Safe, Effective, and Improves Visual Function. Verkkoartikkeli. <https://www.visionaware.org/blog/visionaware-blog/new-research-the-argus-ii-retinal-prosthesis-bio-nic-eye-is-safe-effective-and-improves-visual-function/12>>. Luettu 16.11.2017.

## Yleinen kaupungin maksusitoumuslomake silmäproteesin hankintaa varten

Myöntävä sairaanhoitoalue/kunta  
Sjukvårdsområde/kommun som beviljar

**HAKEMUS, RESEPTI JA MAKSUSITOUMUS**  
**ANHÄLLAN, RECEPT OCH BETALNINGSFÖRBINDELSE**  
Silmä- ja piilolaseista lääkinnällisenä kuntoutuksena  
För glasögon och kontaktlinser som medicinisk rehabilitering

**HENKILÖTIEDOT/PERSONUPPGIFTER**

Nimi Namn	Henkilötunnus Personbeteckning
Osoite Adress	Kotikunta Hemkommun
Postiosoite Postadress	Puhelin Telefon

**HANKITAVAT APUVÄLINEET/HJÄLPMEDEL SOM SKALL ANSKAFFAS**

<input type="checkbox"/> Silmälasit Glasögon	<input type="checkbox"/> Piilolasit Kontaktlinser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	---	--------------------------	--------------------------

**PERUSTELUT/MOTIVERING**

<input type="checkbox"/> Alle 8-vuotias, karsastuksen ja/tai heikkonäköisyyden aktiiviseen hoitoon Barn under 8 år, för aktiv behandling av skelning och/eller svagsynhet <input type="checkbox"/> Sarveiskalvon poikkeavuus Regelbunden hornhinna <input type="checkbox"/> Mykiöttömyys Afaki <input type="checkbox"/> Näkövammaisuus tai silmäläshalvauksesta johtuva kahtena näkeminen Synskada eller dubbelseende på grund av ögonmuskeförlamning <input type="checkbox"/>
Diagnosi Diagnos
Uusittaessa edelliset apuvälineet on saatu: Vid senaste förnyande av hjälpmedel har erhållits:

**SILMÄLASIRESEPTI/GLASÖGONRECEPT**

Oikea silmä Högra ögat	Vasen silmä Vänstra ögat	Visus tällä korjauksella Visus med denna korrektion	o.dx.	o.sin.
<b>KAUAS AVSTÅND</b>		Lisätiedot Tilläggsuppgifter		
sf	sf			
cyl ax	cyl ax			
pr bas	pr bas			
<b>LÄHELLE NÄRA</b>		Lähetävä yksikkö Remitterande enhet		
sf	sf			
cyl ax	cyl ax			
pr bas	pr bas			
Paikka ja aika Tid och ort	Hoitava lääkäri, allekirjoitus ja nimen selvennys Vårdande ögonläkare, underskrift och namnförtydligande			

**MAKSUSITOUMUS/BETALNINGSFÖRBINDELSE** Nro Nr:

Edellä olevan ehdotuksen mukaisesti sitoutuu kustantamaan silmälasit tai piilolasit.	Enligt ovanstående förslag förbinder sig att bekosta glasögon eller kontaktlinser.
<input type="checkbox"/> Ei hyväksyttyä, palautetaan potilaalle. Selitys: <input type="checkbox"/> Päätös poikkeaa hakemuksesta. Selitys:	<input type="checkbox"/> Godkänns inte, returneras till patienten. Motivering: <input type="checkbox"/> Beslutet avviker från anhållan. Motivering:
Paikka ja aika Ort och tid	Hyväksyjän allekirjoitus ja leima Godkännarens underskrift och stämpel

7/2013 HP

