



Mira Etelämäki & Elisa Koivisto

# Pehmeiden piilolasien vaikutus kyynelnesteseen

Kirjallisuuskatsaus piilolasien käytön aiheuttamista kyynelnesteen muutoksista

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Optometrismi (AMK)

Optometrian tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

31.10.2025

# Tiivistelmä

Tekijät:	Mira Etelämäki & Elisa Koivisto
Otsikko:	Pehmeiden piilolasien vaikutus kyynelnesteeseen
Sivumäärä:	44 sivua
Aika:	31.10.2025
Tutkinto:	Optometri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Optometrian tutkinto-ohjelma
Ohjaajat:	Lehtori Saija Flinkkilä Lehtori Johanna Valtanen

---

Kuivasilmäisyys ja piilolasien käytön epämukavuus ovat yleisiä syitä piilolasien käytön lopettamiselle. Pehmeiden piilolasien käyttö saattaa aiheuttaa tai pahentaa kuivasilmäisyyden oireita. Piilolasien käyttö voi vaikuttaa kyynelneesten vakauteen negatiivisesti ja aiheuttaa epämukavuutta sekä silmien kuivuutta ja näin myötävaikuttaa piilolasien käytön lopettamispäätökseen. Piilolasien materiaalilla ja rakenteella on myös vaikutusta kyynelnesteeseen.

Opinnäytetyömme aiheeksi valikoitui pehmeiden piilolasien vaikutus kyynelnesteeseen. Työssä tutkimme hydrogeelistä ja silikonihydrogeelistä valmistettuja piilolaseja. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia olemassa olevien aineistojen perusteella, miten pehmeät piilolasit vaikuttavat kyynelnesteeseen ja sen ominaisuuksiin. Työn tavoitteena on lisätä ymmärrystä piilolasien aiheuttamista muutoksista kyynelnesteessä. Kyynelneesten ominaisuudet ovat merkittäviä tekijöitä kuivasilmäisyydessä, mikä optometristin tulisi ottaa huomioon sovittaessaan piilolaseja asiakkaille.

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ja tietoa haettiin PubMed, ProQuest Central, MEDLINE sekä ScienceDirect – tietokannoista. Aineistoa hakiessa käytettiin sisäänotto- ja poissulkukriteereitä rajaamaan hakutuloksia. Kirjallisuuskatsaukseen valikoitui 10 tutkimusta, jotka käsitelivät pehmeiden piilolasien vaikutusta kyynelnesteeseen.

Opinnäytetyö koostuu silmän rakenteen, kuivasilmäisyyden ja piilolasien teoriasta sekä tutkimusaineiston analyysistä ja pohdinnasta. Kirjallisuuskatsaukseen valituissa tutkimuksissa verrattiin eri pehmeiden piilolasien vaikutuksia kyynelnesteeseen ennen ja jälkeen piilolasien käytön. Tutkimuksissa käsiteltiin muun muassa piilolasien käytön aiheuttamia kyynelneesten määrän muutoksia, hajoamisen nopeutta ja piilolasien käyttömukavuutta.

Avainsanat: kyynelneste, piilolasit, kuivasilmäisyys

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Authors: Mira Etelämäki & Elisa Koivisto  
Title: The effect of soft contact lenses on tear film  
Number of Pages: 44 pages  
Date: 31 October 2025

Degree: Bachelor of Health Care  
Degree Programme: Optometry  
Instructors: Saija Flinkkilä, Senior Lecturer  
Johanna Valtanen, Senior Lecturer

---

Dry eye and discomfort from wearing contact lenses are common reasons for discontinuing their use. The use of soft contact lenses may cause or worsen symptoms of dry eye. Wearing contact lenses can negatively affect tear film stability and cause discomfort as well as eye dryness, thereby contributing to the decision to stop using contact lenses. The material and structure of the contact lenses also affect the tear film.

The topic of our thesis was to investigate the effect of soft contact lenses on tear film. In the study, we examined contact lenses made of hydrogel and silicone hydrogel. The purpose of the thesis is to investigate, based on existing data, how soft contact lenses affect tear film and its properties. The aim of the work is to increase understanding of the changes caused by contact lenses in tear film. The properties of tear film are significant factors in dry eye, which an optometrist should consider when fitting contact lenses for clients.

The thesis was conducted as a literature review, and information was sought from the PubMed, ProQuest Central, MEDLINE and ScienceDirect databases. Inclusion and exclusion criteria were used when searching the material to limit the search results. 10 studies that dealt with the effect of soft contact lenses on tear film were selected for the literature review.

The thesis consists of the theory of the structure of the eye, dry eyes, and contact lenses, as well as the analysis and discussion of research data. In the studies selected for the literature review, the effects of different soft contact lenses on tear film were compared before and after wearing contact lenses. The studies addressed, among other things, changes in the amount of tear film caused by the use of contact lenses, the rate of its breakdown, and the comfort of using contact lenses.

Keywords: tear film, contact lenses, dry eye

---

The originality of this thesis has been checked using Turnitin Originality Check service.

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Silmän etuosien anatomia	2
2.1	Sarveiskalvo	2
2.2	Sidekalvo	3
2.3	Silmäluomet	4
3	Kyynelneste	4
3.1	Musiini- ja vesikerros	5
3.2	Lipidikerros	6
3.3	Kyynelneesten osmolariteetti	6
4	Kuivasilmäisyys	7
4.1	Kuivasilmäisyyden oireet ja luokittelu	7
4.2	Kuivasilmäisyyden ja kyynelneesten tutkiminen	8
5	Pehmeät piilolasit	10
5.1	Piilolasimateriaalien ominaisuudet	11
5.2	Hydrogeelipiilolasit	12
5.3	Silikonihydrogeelipiilolasit	13
6	Opinnäytetyön toteutus	14
6.1	Työn tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset	14
6.2	Tutkimusmenetelmä	15
6.3	Aineiston kerääminen ja hakusanat	16
7	Tutkimustulokset	18
8	Tutkimustulosten yhteenveto	31
9	Pohdinta	33
	Lähteet	38

# 1 Johdanto

Piilolaseilla on havaittu olevan useita mahdollisia vaikutuksia kyynelfilmiin. Pelkästään silmän pinnalle asetettu vierasesine vaikuttaa kyynelfilmin määrään ja koostumukseen. (Bennett & Weissman 2005.) Useat piilolasien käyttäjät kokevat epämukavuuden sekä silmien kuivumisen oireita piilolaseja käyttäessään ja nämä oireet voivat johtaa jopa piilolasien käytön lopettamiseen (Shizuka 2020:498–504). Epämukavuuden oireita aiheuttavat kyynelfilmin koostumuksen muutokset piilolaseja käytettäessä. Yksi tärkeimmistä piilolasien käytön lopettamista ehkäisevä tekijä on riittävän vakaa kyynelfilmi. (Marx & Eckstein & Sickenberger 2020:203–211.) Piilolaseja käytettäessä kyynelfilmi jakautuu piilolasia edeltävään ja piilolasin jälkeiseen osaan. Piilolaseja edeltävä kyynelfilmi vähentää luomien sidekalvon ja piilolasien välistä kitkaa voidellen niiden rajapintaa ja tarjoten samalla käyttömukavuutta. Piilolasien jälkeinen kyynelfilmi puolestaan tarjoaa mukavuutta silmän pinnalle. (Shizuka 2020:498–504.)

Kyynelfilmin kaikilla kolmella kerroksella on tärkeä rooli menestyneen piilolasien käytön turvaamisessa. Riittävä musiinikerros parantaa piilolasien kostuvuutta, koska musiinikerros peittää piilolasien pinnan. (Bennett & Weissman 2005.) Myös riittävän paksu lipidikerros parantaa kyynelfilmin vakautta, koska se hidastaa kyynelneesteiden haihtumista. Liiallinen nesteiden haihtuminen johtaa kyynelfilmin ohenemiseen ja hajoamiseen, joka vaikuttaa piilolasien kuivumiseen. (Marx ym. 2020:203–211.) Kyynelfilmin vakauden heikkeneminen vähentää piilolasin ja silmän välistä voitelevuutta ja näin ollen lisää kitkaa piilolasin ja silmän välillä. Huono kostuvuus on yksi merkittävimmistä piilolasien käytön lopettamiseen vaikuttavista tekijöistä. (Markoulli & Kolanu 2017:41–48.)

Pehmeät piilolasit valmistetaan pääasiassa hydrogeelistä tai silikonihydrogeelistä (Abdulamier & Shaker & Al-Amiery 2024). Piilolaseissa käytetyt materiaalit vaikuttavat niiden kliiniseen suorituskykyyn ja käyttömukavuuteen sekä silmien terveyteen (Oliveira & Martinez-Perez 2025:1445). Piilolasien aiheuttamista kyynelneesteiden muutoksista on olemassa tutkimustietoa, jota käsittelemme tässä opinnäytetyössä. Opinnäytetyömme teoriaosuus koostuu työmme kannalta olennaisista silmän etuosan rakenteista, kyynelneesteiden ominaisuuksista, kuivasilmäisyyden oireista, luokittelusta ja tutkimisesta sekä pehmeiden piilolasimateriaalien ominaisuuksista. Teoriaosuuden jälkeen siirrymme opinnäytetyön toteutusvaiheeseen ja tutkimustulosten analysointiin. Lopuksi käymme pohdinnassa läpi, miten päädyimme valitsemaamme aiheeseen sekä opinnäytetyön aikataulutusta. Pohdimme myös, osuivatko hypoteesimme oikeaan ja mitä yhtäläisyyksiä

ja eroavaisuuksia tutkimustuloksista löytyi. Viimeisenä käymme läpi jatkotutkimusehdotuksia.

## 2 Silmän etuosien anatomia

### 2.1 Sarveiskalvo

Sarveiskalvo on silmän uloin osa, joka antaa mekaanisen suojan silmän sisemmille rakenteille. Se on verisuoneton sekä läpinäkyvä, jonka ansiosta sarveiskalvolla on optimaalinen valonläpäisy. Sarveiskalvo on silmän tärkein valoa taittava osa ja se vastaa jopa 2/3 koko silmän taittovoimasta eli se taittaa silmään tulevaa valoa kohti verkkokalvoa. Sarveiskalvo on kupera sekä asfäärinen pinta ja sen etupinnan kaarevuus on noin 7,8 mm ja takapinnan kaarevuus noin 6,5 mm. Lisäksi se on keskeltä ohuempi kuin reunoilta. Muutos sarveiskalvon kaarevuudessa voi vaikuttaa merkittävästi sen taittovoimaan. (Sridhar 2018:190–194.)

Sarveiskalvo koostuu viidestä kerroksesta edestä taaksepäin tarkasteltuna: epiteeli, Bowmanin kerros, strooma, Descemetin kalvo sekä endoteeli. Sarveiskalvon etupintaa peittää kyynelkalvo ja takapinnan jälkeen on etukammio. Normaalityössä sarveiskalvon ollessa verisuoneton, se saa ravintonsa etukammion kammionesteestä, kyynelneesteestä sekä limbuksen verenkierrosta. Sarveiskalvo on myös yksi tuntoherkimmistä kudoksista ihmisen kehossa, koska se on erittäin tiheästi tuntohermotettu (Sridhar 2018:190–194).

Sarveiskalvon ulointa pintaa peittää kerrostunut epiteeli, joka koostuu 5–7 solukerroksesta ja sen päällimmäiset solut ovat kaikkein ohuimpia (Ruan & Jiang & Pfeiffer & Gericke 2021). Epiteelisolut uusiutuvat tiheästi räpytyksen takia sekä erilaisten ympäristötekijöiden takia. Niiden uusiutumista tukevat sidekalvon ja sarveiskalvon välissä eli limbusalueella sijaitsevat kantasolut, jotka siirtyvät kohti sarveiskalvon keskialuetta ja pintaa. (Collin, ym. 2021.) Sarveiskalvon epiteelikerroksen tehtäviin kuuluu sarveiskalvon läpinäkyvyyden ylläpitäminen sekä silmän suojaaminen ympäristötekijöiltä (Ruan ym. 2021.)

Sarveiskalvon epiteelin erottaa stroomasta ohut soluton kerros nimeltään Bowmanin kerros. Se koostuu kollageenisäikeistä, jotka ovat satunnaisesti järjestäytyneet. Bowmanin kerroksen tehtävää ei täysin edelleenkään tunneta, (Shen 2025.) mutta sen tiedetään ainakin auttavan sarveiskalvoa säilyttämään muotonsa (Sridhar 2018:190–194).

Jos Bowmanin kerrokseen sattuu vaurio, se saattaa heikentää silmän pinnan eheyttä, koska kerros ei uusiudu vaan arpeutuu vaurion seurauksena (Herranz & Herran 2020:3–80).

Sarveiskalvon paksuudesta 90 % koostuu sen stroomasta. Strooma koostuu vedestä, proteoglykaaneista, glykoproteiineista sekä tarkkaan järjestäytyneistä kollageenisäikeistä, jotka mahdollistavat sarveiskalvon läpinäkyvyyden sekä vähentävät valon hajoamista. (Collin ym. 2021:279–298.) Stroomaan sattuneen vaurion takia sarveiskalvo voi menettää läpinäkyvyytään sekä siitä voi aiheutua valon sirontaa, koska strooman kollageenisäikeet eivät uusiudu (Herranz & Herran 2020:3–80).

Sarveiskalvon toiseksi alin kerros on Descementin kalvo, joka erottaa strooman endoteelista. Descementin kalvo on endoteelisolujen tyvikalvo. Endoteelisolulla on tärkeä tehtävä ylläpitää sarveiskalvon läpinäkyvyyttä. (Singh 2019:7–22.) Endoteelisolut ovat liittyneet toisiinsa tiukkojen liitosten avulla ja niiden tehtävänä on poistaa nestettä sarveiskalvon stroomasta. (Herranz & Herran 2020:3–80). Toisin kuin sarveiskalvon epiteelisolut, endoteelisolut eivät uusiudu ja niiden solutiheys laskee ihmiselle vuosittain koko elämän ajan (Collin ym. 2021:279–298).

## 2.2 Sidekalvo

Sidekalvo on läpikuultava limakalvo, joka peittää silmän etuosan sarveiskalvottoman alueen ja silmäluomien sisäpinnan (Shumway & Motllagh & Wade 2023). Sidekalvo mahdollistaa silmän ja silmäluomien liikkeen (Nelson & Cameron 2011: 25). Se suojaa silmää vierasesineiltä sekä voitelee silmän pintaa ja on hyvin verisuonittunut. Sidekalvon pikarisolut erittävät kyynelfilmiin silmän pintaa kosteuttavaa musiinia. Sidekalvo estää myös mikrobien pääsyä silmään ja sen immuunisolut auttavat suojaamaan silmää. (Shumway ym. 2023.)

Sidekalvo koostuu keratinisoitumattomasta epiteelistä, jonka paksuus ja ulkonäkö vaihtelee sijainnin mukaan (Nelson & Cameron 2011: 26). Sidekalvo voidaan jakaa bulbaariseen sidekalvoon, palpebraaliseen eli tarsaaliseen sidekalvoon sekä luomipohjukoiden sidekalvoon. Bulbaarinen sidekalvo peittää silmän kovakalvon ja tarsaalinen sidekalvo peittää silmäluomien sisäpinnat. Luomipohjukat muodostavat liitoksen kovakalvoa ja silmäluomia peittävän sidekalvon välillä. (Shumway ym. 2023.)

## 2.3 Silmäluomet

Silmäluomet koostuvat ylä- ja alaluomesta ja niiden väliin jäävää tilaa kutsutaan luomiraoksi (Rehman & Hazhirkarzar & Patel 2023). Yläluomi peittää sarveiskalvosta n. 1 mm ja sillä on suurempi liikerata kuin alaluomella (Stein & Stein & Freeman 2018:1). Silmäluomet peittävät ja suojaavat silmiä. Ne suojaavat valolta ja estävät vierasesineiden pääsyn silmään. (Rehman ym. 2023.) Ne puhdistavat silmää ja levittävät kyynelnestettä silmän pinnalle estäen sen kuivumista. Silmäluomet suojaavat silmää myös infektioilta. (Lin & Park & Harrison 2011:41.)

Luomien etummainen kerros koostuu silmäluomen ihosta sekä lihaskudoksesta ja takimmainen kerros luomien sidekalvosta ja sileistä lihassäikeistä (Lin ym. 2011:41). Luomireunat ovat n. 2 mm paksut ja niiden takareunassa sijaitsevat öljyä erittävät meibomin rauhasien aukot (Stein ym. 2018:3). Meibomin rauhasien erittämän kyynelfilmin öljymäisen osan tehtävä on vakauttaa kyynelfilmi ja estää kyynelnesteen nopea haihtuminen (Lin ym. 2011:43). Alaluomen reunassa on meibomin rauhasien lisäksi pieni punctumiksi kutsuttu aukko, jota kautta kyyneleet kulkeutuvat kyynelpussiin ja siitä eteenpäin kyynelkanavaa pitkin kohti nenää (Stein ym. 2018:3).

## 3 Kyynel neste

Kyynel nesteellä on useita eri tehtäviä silmän pinnalla. Se on ensimmäinen valoa taittava osa silmässä, joten sen yksi tärkeimmistä tehtävistä on tarjota tasainen pinta valon taittumista varten. (Chang 2023.) Jos kyynel nesteessä on epätasaisuutta tai kyynel nesteen haihtumisessa tai tuotannossa ongelmia, voi se vaikuttaa haitallisesti näöntarkkuuteen ja näin myös verkkokalvon kuvan laatuun. (Dartt ym. 2011:5–328.) Kyynel neste on myös tärkeä silmän puolustusjärjestelmän kannalta. Se suojaa silmän pintaa erilaisilta ympäristökiteiltä kuten saasteilta ja allergeeneiltä. Kyynel nesteen tulee olla riittävän vahva reagoimaan nopeasti muuttuviin ympäristön olosuhteisiin refleksikyynel lehtimisellä, jotta se pystyy huuhtelemaan silmän pintaa ärsyttävät vierasesineet pois. Kyynel neste huuhtelee silmän pinnalta vierasesineiden lisäksi aineenvaihduntatuotteita. (Dartt ym. 2011:5–328.) Se voitelee silmän pintaa ja pitää sen kosteana, joka vähentää kitkaa silmän pinnan ja silmäluomien välillä räpytyksessä. Kyynel neste kuljettaa myös happea silmän pinnan muille kudoksille. (Herranz & Herran 2020:3–80.)

Kyynel neste osallistuu myös muiden silmän rakenteiden kanssa silmän immuunipuolustukseen erilaisia mikrobeja vastaan sen antibakteerisen ominaisuuden ansiosta

(Herranz & Herran 2020:3–80). Kyynelnesteen antibakteerisia komponentteja ovat muun muassa lysosyymit, lactoferriniit ja immunoglobuliinit (Dartt ym. 2011:5–328). Kyynelnesteen muita ainesosia ovat proteiinit, lipidit, entsyymit sekä elektrolyytit ja pienimolekyyliset metabolitit (Yazdani 2023:3534–3541). Kyynelnesteellä on tärkeä tehtävä verisuonettoman sarveiskalvon ravinteiden kuljetuksessa. Se kuljettaa sarveiskalvolle aineenvaihdunnalle ja uusiutumiseen tärkeitä ainesosia kuten happea, elektrolyyttejä, kasvutekijöitä ja ravinteita. (Dartt ym. 2011:5–328.)

Kyynelneste muodostaa silmän pinnalle kyynelfilmin, joka koostuu kolmesta eri kerroksesta. Sisäisin kerros on nimeltään musiinikerros, keskimmäinen vesikerros ja ulkoinen lipidikerros. (Herranz & Herran 2020:3–80.) Vaikka kyynelfilmiä tarkastellaan eri kerroksina, todellisuudessa nämä kerrosten ainesosat sekoittuvat keskenään esimerkiksi räpytyksen tai haihtumisen seurauksena (Yazdani 2023:3534–3541). On myös yleisesti esitetty, että kolmen kerroksen sijaan kyynelfilmi rakentuisikin kahdesta eri kerroksesta vesi- ja musiinikerroksen ollessa yksi yhtenäinen kerros (Willcox ym. 2018:366–403).

### 3.1 Musiini- ja vesikerros

Sisin kerros muodostuu musiiniproteiineista, joiden erityksestä vastaavat sidekalvon pikarisolut sekä pienemmältä osin sarveiskalvon ja sidekalvon epiteelisolut. Niitä on runsaimmin sisimmässä kyynelnesteen kerroksessa mutta niitä esiintyy myös vähäisessä määrin pinnallisemmissa kerroksissa. (Herranz & Herran 2020:3–80.) Musiiniproteiinien tehtävänä on ylläpitää kyynelnesteen vakautta sekä stabiloida vesikerrosta. Musiiniproteiinit erittävät proteiineista ja hiilihydraateista koostuvaa glykokalyksia, joka auttaa silmän pinnan tasaisessa voitelussa sekä kostutuksessa. (Chang 2023.) Musiiniproteiinit ovat myös tärkeässä roolissa puolustusjärjestelmän kannalta. Ne suojaavat epiteelisoluja infektioilta sekä vaurioilta. (Willcox ym. 2018:366–403.)

Vesikerroksen tuotannosta vastaavat kyynelrauhanen sekä lisäkyynelrauhaset. Pääkyynelrauhanen aktivoituu kyynelehtimiseen esimerkiksi ulkoisen ärsykkeen takia ja lisäkyynelrauhaset tuottavat normaalisti kyynelfilmiin nesteen. (Herranz & Herran 2020:3–80.) Kyynelfilmin suuri vesipitoisuus (n. 98 %) antaa sille sen läpinäkyvän ominaisuuden (Yazdani 2023:3534–3541). Vesikerros sisältää proteiineja, suoloja, glukosia, happea ja elektrolyyttejä, jotka ovat tärkeitä ainesosia silmän pinnan terveyden ylläpitämiseen. Vesikerros myös huuhtoo silmän pinnalta pois roskat ja vierasesineet sekä sen yksi tärkeimmistä tehtävistä on voidella silmän pintaa räpytyksessä. (Chang 2023.)

## 3.2 Lipidikerros

Kyynelnesteen pinnallisin kerros on erittäin ohut lipidikerros, joka koostuu rasva-aineista. Se toimii rajapintana vesikerroksen sekä ilman välillä. Lipidikerroksen erittää pääasiassa Meibomin rauhaset, jotka sijaitsevat ylä- ja alaluomirajoissa, mutta sen erittämiseen osallistuu myös pieneltä osin silmäluomissa sijaitsevat Zeissin sekä Mollin rauhaset. (Dartt ym. 2011:5–328.) Lipidikerros levittyy silmän pinnalle aina räpytyksen aikana ja osa lipideistä varastoituu luomien reunaan (Willcox ym. 2018:366–403).

Lipidikerroksella on monia tärkeitä tehtäviä kyynelnesteen toiminnan kannalta. Sen tärkeimpänä tehtävänä on estää vesikerroksen haihtuminen. Liiallinen kyynelnesteen haihtuminen aiheuttaa silmän kuivumista. Sillä on myös tärkeä rooli kyynelfilmin stabiloimisessa ja tasaisessa leviämisessä silmän pinnalle. (Willcox ym. 2018:366–403.) Lipidikerros estää kyynelnestettä valumasta luomien yli. Se on myös silmän uloin valoa taittava osa, joten lipidikerroksen tulisi olla mahdollisimman tasainen, jotta se voi toimia sileänä optisena pintana ja nähtävä kuva olisi mahdollisimman selkeä. (Plugfelder & Stern 2020:197.)

Meibomin rauhasen erittämä öljykerros koostuu useista erilaisista lipideistä. Ne voidaan kuitenkin jakaa poolisiin sekä ei-poolisiin lipideihin, ja ne ovat lipidikerroksen kaksi eri osaa. Ohuempi eli poolisten lipidien kerros sijaitsee sisempänä vasten kyynelfilmin vesikerrosta ja paksumpi ei-poolisten lipidien kerros on uloimpana silmän pinnassa. (Plugfelder & Stern 2020:197.) Poolisten lipidien kerros koostuu pääasiassa fosfolipideistä, rasvahapoista sekä kolesterolista ja ei-poolisten lipidien kerros vaha- ja kolesteroliestereistä (Chang 2023). Lipidikerroksen pooliset lipidit alentavat kyynelfilmin pintajännitystä, joka saa aikaan kyynelfilmin tasaisen leviämisen. Ne myös vakauttavat kyynelfilmiä ja sitovat kyynelfilmin vesi- ja lipidikerroksen toisiinsa. Poolittomat lipidit sijaitsevat kaikista uloimpana kyynelfilmissä ja niiden tehtävänä on vähentää vesikerroksen haihtumista. (McCulley & Shine 2003:97–106.)

## 3.3 Kyynelnesteen osmolariteetti

Riittävä kyynelnesteen tuotanto, tasapainoinen kyynelneste sekä kyynelnesteen sitoutuminen silmän pinnalle ovat välttämättömiä silmän pinnan terveyden sekä toiminnan kannalta. Jos joku näistä on epätasapainossa, saattaa se aiheuttaa kuivasilmäisyyttä. (Versura & Campos 2013:29–119.)

Yksi kuivasilmäisyyden arviointikeino on kyynelnesteen osmolaarisuus, joka on kyynelnesteen haihtumisen ja tuotannon lopputulos (Dartt ym. 2011:5–328). Liuoksen osmolaarisuus tarkoittaa siihen liuenneiden partikkeleiden kokonaispitoisuutta eli kyynelnesteessä se tarkoittaa partikkeleiden suurta tai pientä pitoisuutta (Versura & Campos 2013:29–119). Jos kyynelnestettä haihtuu liikaa, tai sen määrä on vähäinen, johtaa se hyperosmolaarisuuteen, eli kyyneltuotannon ja kyynelnesteen haihtumisen välillä on epätasapaino. (Dartt ym. 2011:5–328). Normaalina kyynelnesteen osmolaarisuuden arvona pidetään alle 300 mOsm/l ja kuivasilmäisellä se voi olla jopa 360 mOsm/l (Golden ym. 2024.) Mitä suurempi kyynelnesteen osmolaarisuus on, sitä enemmän on myös kuivasilmäisyyttä (Nichols & Mousavi 2022:15–25). Korkean osmolaarisuuden kyynelnesteessä on havaittu olevan yksi tärkeimmistä epämukavuuden, silmän pinnan vaurioitumisen sekä tulehdusten aiheuttaja kuivassa silmässä (Dartt ym. 2011:5–328). Hyperosmolaarisuus voi laukaista tulehduskierteen, koska liian väkevä kyynelneste vaurioittaa sarveiskalvon epiteeliä, jolloin vapautuu lisää silmän pintaa vaurioittavia välittäjäaineita (Kari 2009). Hyperosmolaarisuus vaurioittaa myös sidekalvon pikarisoluja ja musiinin tuotantoa, joka taas johtaa epävakaaseen kyynelfilmiin. (Versura & Campos 2013:29–119).

## 4 Kuivasilmäisyys

Kuivasilmäisyys jaetaan usein kahteen eri pääasialliseen muotoon, jotka liittyvät kyynelnesteen vesimäärän vähäisyyteen sekä kyynelnesteen liialliseen haihtumiseen. Kuivasilmäisyydestä kärsivillä voidaan myös havaita näiden kahden tilan sekamuotoa. (Golden ym. 2024). Useat asiat voivat myötävaikuttaa kuivasilmäisyyteen ja monissa tapauksissa kuivasilmäisyyden aiheuttajan syyt ovat moninaisia. Mahdollisia syitä voi olla esimerkiksi systeemiset sairaudet, autoimmuunisairaudet, lääkitykset, kirurgiset toimenpiteet, allergiat sekä ympäristön olosuhteet, pitkäaikainen piilolasien käyttö tai digitaalisten laitteiden käyttö. Kuivasilmäisyyttä esiintyy väestössä enemmän naisilla kuin miehillä ja kuivasilmäisyyden riskit ja esiintyvyys kasvaa iän myötä. (Golden ym. 2024.)

### 4.1 Kuivasilmäisyyden oireet ja luokittelu

Kuivasilmäisyys aiheuttaa monia erilaisia oireita ja oireiden voimakkuus vaihtelee vähäisistä vakaviin riippuen kuivasilmäisyyden vaikeusasteesta. Silmissä voi tuntua roskan tai vierasesineen tunnetta sekä polttavaa tai paineen tunnetta. Myös liiallinen kyynelten valuminen on usein merkki kuivasilmäisyydestä. Silmissä voi tuntua kipua eri alueilla, jopa silmän takana tai silmäkuopan alueella. Myös silmien punoitus on yleinen

vaiva kuivasilmäisyydessä. Kuivasilmäisyys saattaa aiheuttaa näöntarkkuuden alenemista, joka näyttäytyy esimerkiksi ajoittaisena sumeana näkemisenä, häikäisynä tai pimeällä valojen ympärillä näkyvinä halo-ilmiöinä. (Golden ym. 2024.)

Kyynelneesten vesipitoisen osan tuotannosta vastaa pääkyynelrauhanen sekä lisäkyynelrauhaset. Kyynelneesten vesimäärän vähyys johtuu kyynelneesten tuotannon häiriöstä sekä tuotannon vähenemisestä kyynelrauhasissa. Kyynelrauhasten erityksen häiriöihin voivat vaikuttaa taustalla olevat samanaikaiset sairaudet kuten Sjögrenin syndrooma. (Donthineni ym. 2023:1332–1347.) Sjögrenin syndrooma on reumasairauksiin kuuluva krooninen autoimmuunisairaus, jonka yleisimpinä oireina on silmien ja suun kuivuus. Sjögrenin syndrooma voi esiintyä primäärisenä tautimuotona tai sekundäärisenä esimerkiksi nivelreuman aiheuttamana. (Julkunen 2022.)

Kyynelneesten liiallinen haihtuminen johtuu kyynelneesten lipidikerroksen puutteesta tai vähäisestä määrästä. Tässä tapauksessa kyynelneestettä itsessään on tarpeeksi, mutta sen laatu aiheuttaa liiallisen haihtumisen. Useimmiten taustalla on Meibomin rauhasen toimintahäiriö. Meibomin rauhaset ovat kyynelneesten lipidikerroksen pääasialliset tuottajat. Lipidikerroksen tärkein tehtävä on sitoa kyynelneeste silmän pinnalle ja näin ehkäistä sen haihtumista. Meibomin rauhasen toimintahäiriö voi johtua rauhasen aukkojen tukkeutumisesta, rauhasen vähenemisestä tai rauhasen atrofiasta, joka johtaa riittämättömään lipidikerroksen tuotantoon. Muita syitä kyynelneesten liialliselle haihtumiselle on vajaa räpyttely, luomen aukon häiriöt, piilolasien käyttö sekä ympäristökijät. (Golden ym. 2024.) Luomissa sijaitsevia Meibomin rauhasia on mahdollista tutkia Meibografialla eli infrapunakuvauksella. Kuvauksella voidaan havaita Meibomin rauhasen vääristyminen, lyheneminen tai väheneminen ja kuvauksella arvioidaan ylä- sekä alaluomen rauhaset. (Narang ym. 2023:1348–1356.) Meibomin rauhasen toimintaa voidaan arvioida myös rauhasia puristamalla. Normaalitylanteessa kun luomen reunaan painetaan, Meibomin rauhasista erittyvä erite on kirkasta ja puristuu helposti. Meibomin rauhasen toimintahäiriössä erite on sameaa ja paksua, eikä helposti puristettavissa. (Golden ym. 2024.) Meibomin rauhasen toimintahäiriön hoito koostuu lämpöhoidosta ja silmäluomien hieronnasta sekä luomien hygienian parantamisesta. Hoidon tarkoituksena on lievittää rauhasen tukkeutumista sekä helpottaa lipidineesten virtausta. (Narang ym. 2023:1348–1356.)

## 4.2 Kuivasilmäisyyden ja kyynelneesten tutkiminen

Kuivasilmäisyyttä tutkiessa tulisi hyödyntää asiakkaan subjektiivista kokemusta kyselyllä ja kartoittamalla oireita sekä niiden kestoa niin piilolasien kanssa, kuin ilmankin.

Kuivasilmäisyyden diagnosoinnin apuvälineeksi on kehitetty erilaisia kyselylomakkeita, joissa on tarkoitus vastata kuivasilmäisyyden oireita sekä oireiden astetta koskeviin kysymyksiin. Kyselyissä kartoitetaan myös kuivasilmäisyyttä mahdollisesti pahentavia tekijöitä sekä vaikutuksia henkilön elämänlaatuun. (Wolffshon 2022:1–15.)

Silmäluomien sekä niiden räpytys ja sulkeutuminen ovat tärkeässä asemassa kuivasilmäisyyden arvioimisessa. Luomien sidekalvolla voi olla merkkejä kuivasilmäisyydestä, etenkin väriaineen kanssa arvioidessa, joka voi johtua lisääntyneestä kitkasta silmän pinnan ja luomen välillä. Epätäydellinen räpyttely saa aikaan silmän epätäydellisen sulkeutumisen, joka johtaa silmien kuivumiseen. (Golden ym. 2024.)

Biomikroskoopilla voidaan tutkia kyynelnesteen tasaisuutta. Jos kyynelneste ei ole tasainen, siinä saattaa näkyä paljon partikkeleita sekä musiinirihmoja. Mikroskoopilla tutkitaan myös sarveiskalvon ja sidekalvon epiteelin muutoksia, silmän sekä luomien sidekalvon epäsäännöllisyyttä, sidekalvon tasaisuutta ja kyynelmeniskin korkeutta. Normaali kyynelmeniskin korkeus on noin 0,3–0,4 mm korkea ja se mitataan alaluomireunan yläpuolelta. Usein kyynelmeniskin vähäisyys sekä lisääntyneet partikkelit kyynelneestessä viittaa liian vähäiseen kyynelnesteeseen. (Alves & Kara-José & Nichols 2004:26–30.)

Biomikroskoopin kanssa voidaan käyttää myös väriaineita kuten fluoresiini, lissamiinivihreä tai ruusunpunainen, joiden avulla voidaan mikroskopoidessa havaita sarveiskalvon tai sidekalvon pinnan vaurioituminen sekä kuolleet tai vaurioituneet solut (Chang, 2023). Väriainetta tiputetaan silmän pinnalle kyynelnesteen laadun arvioimiseksi sekä kuivasilmäisyyden ja sen vaikeusasteen määrittämiseksi. Yksi yleisimmistä löydöksistä on pistemäinen värjäys joko side- tai sarveiskalvolla, joka on merkki silmän pinnan hirtymästä eli epiteelieroosiosta. (Nichols & Mousavi 2022:18–25.)

Kyynelfilmin voimakkuutta voidaan tutkia tarkastelemalla sen hajoamisaikaa. Silmän pinnalle asetetaan fluoresiini väriainetta ja asiakasta pyydetään muutaman räpytyksen jälkeen pitämään silmää niin kauan auki kuin hän pystyy. Kyynelfilmiä tarkastellaan mikroskoopilla ja etsitään ensimmäinen rikkoutuminen tai musta kohta, joka myös kertoo kyynelfilmin hajoamisesta. Normaalina tuloksena pidetään yli 10 sekuntin hajoamisaikaa. Jos tulos on alle 5 sekuntia, on se selkeästi poikkeava. Kyynelnesteen hajoamisaikaa voidaan tutkia myös ei-invasiivisilla menetelmillä, joihin käytetään yleensä jotakin laitetta kuten esimerkiksi TearScope. Aika mitataan sekunneissa ja yleensä ei-invasiivisella mittauksella saadaan pidempi tulos kuin fluoresiinin kanssa mitattuna. (Alves & Kara-José & Nichols 2004:26–30.)

Schirmerin testi on yksi kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä kuivan silmän tutkimisessa, joka mittaa kyynelrauhan tuottamien kyynelten määrää tietyllä ajanjaksolla. Asiakkaan alaluomen ja silmän väliin asetetaan suodatinpaperi, joka tulee luomireunan yli. Silmät pidetään kiinni ja paperin kostumista seurataan kunnes 5 mm kosteus on saavutettu. Suodatinpaperia pidetään kuitenkin enintään viiden minuutin ajan. Jos tulos jää viiden minuutin aikajaksolla alle 5 mm, kertoo se kyynelneesten vesikerroksen vähäisyydestä. Kyynelneesten määrän mittaamiseen voidaan käyttää myös hieman samankaltaista punalankatestiä, jossa alaluomen alle asetetaan puuvillalanka, joka on liotettu pH-herkässä väriaineessa. Lankaa pidetään 15 sekuntia paikallaan ja tuloksen ollessa 5 mm tai matalampi, kertoo se kyynelneesten vähäisestä määrästä ja kuivasilmäisyyden määrällisestä ongelmasta. (Nichols & Mousavi 2022:15–25)

Lipidikerroksen paksuutta voidaan tutkia interferometrillä, joka visualisoi lipidikerroksen kuvioinnin sen paksuuden arviointia varten. Lipidikerroskuviota arvioidaan Guillonin asteikolla viidellä eri vaiheella kuvion perusteella, joita ovat avoin verkkomainen, suljettu verkkomainen, aaltomainen, amorfinen ja värillinen. Paksuuden arvioinnissa käytetään asteikkoa 1–5. Arvioinnissa 1 kuvaa kaikista ohuinta lipidikerrosta ja 5 paksuinta lipidikerrosta. (Sabucedo-Villamarin ym. 2025.)

## 5 Pehmeät piilolasit

Pehmeät piilolasit ovat ohuita suoraan silmän pinnalle asetettavia kaarevan muotoisia linsskejä. Piilolaseilla saadaan laajempi näkökenttä, kuin silmälasilla ja ne eivät ole yhtä alttiita erilaisille sääolosuhteille. (Oliveira & Martinez-Perez 2025:1445.) Pehmeät piilolasit peittävät koko sarveiskalvon ja ne liikkuvat sidekalvolla räpytyksen mukana (Markoulli & Kolanu 2017:41–48).

Pehmeät piilolasit ovat erittäin joustavia ja ne on valmistettu hyvin vesipitoisista ja happea läpäisevistä materiaaleista. Joustavuuden ansiosta pehmeät piilolasit mukautuvat helposti silmän pinnalle. (Musgrave & Fang 2019:261.) Käyttömukavuuden varmistamiseksi piilolaseilla on oltava riittävä hapenläpäisykyky ja riittävä kyynelneestekierto käytön aikana. Muita oleellisesti käyttömukavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. piilolasin ominaisuuksien yhteensopivuus silmän kudosten kanssa, kyky kostua kyynelneesteestä sekä kontaminaation ja bakteerien kiinnittymisen minimointi piilolasissa. (Ishihara ym. 2023:3600–3616.)

Pehmeiden piilolasien käyttöajat vaihtelevat päivästä viikkoihin tai kuukauteen valitun piilolasyypin mukaan. Pehmeitä piilolaseja käytetään paljon näön korjaamiseen, mutta niitä voidaan käyttää myös kosmeettisista syistä tai silmäsairauksien hoidossa. (Musgrave & Fang 2019:261.) Piilolaseilla voidaan esimerkiksi suojata silmän pintaa mekaanisilta hankausvaurioilta tai edistää silmän pinnan paranemista, jolloin niitä kutsutaan terapeuttisiksi piilolaseiksi (Chaudhary ym. 2023:1142–1153). Näön korjaamiseen pehmeitä piilolaseja on saatavilla sfäärisinä henkilöille, joilla ei ole hajataiton korjaustarvetta, toorisina henkilöille, joilla on hajataiton korjaustarve sekä monitehoisina henkilöille, joilla on presbyopian eli ikänäön korjaustarve. Kosmeettisilla piilolaseilla voidaan muuttaa silmän ulkonäköä ja niitä on saatavilla vahvuuksilla ja ilman. (Rhee ym. 2022:449–454.)

## 5.1 Piilolasimateriaalien ominaisuudet

Piilolaseissa käytettävät materiaalit ovat polymeerejä. Polymeerit ovat suurikokoisia molekyyliä, jotka rakentuvat toistuvista rakenneyksiköistä. Valittu polymeeri vaikuttaa ratkaisevasti piilolasin ominaisuuksiin. Pehmeät piilolasit valmistetaan pääasiassa hydrogeelistä tai silikonihydrogeelistä. (Abdulmier & Shaker & Al-Amiery 2024.)

Piilolasimateriaalit vaikuttavat oleellisesti piilolasien kliiniseen suorituskykyyn ja käyttömukavuuteen sekä silmien terveyteen, erityisesti sarveiskalvon, sidekalvon ja silmäluomien terveyteen (Oliveira & Martinez-Perez 2025:1445). Piilolasimateriaaleja suunniteltaessa on otettava huomioon lukuisia seikkoja. Näitä ovat mm. piilolasin mekaaniset ominaisuudet, prosessointiominaisuudet, optiikka, yhteen sopivuus silmän kudosten kanssa ja likaantumisenesto-ominaisuudet. (Ishihara ym. 2023:3600-3616.) Piilolasimateriaaleihin liittyy kuitenkin rajoitteita, jonka takia käytetään erilaisia pintakäsittelyjä, jotka huomioivat ja lisäävät näitä edellä mainittuja ominaisuuksia. Erilaiset käsittelyt parantavat piilolasin kostuvuutta ja vähentävät kuivuutta, estävät proteiinien ja lipidien kertymistä piilolasiin sekä mahdollistavat sarveiskalvon riittävän hapensaannin. (Oliveira & Martinez-Perez 2025:1445.)

Piilolasimateriaalien kostuvuuteen vaikuttavat mm. piilolasin hapenläpäisykyky, kyynelneesten liikkuvuus ja taitekerroin (Ishihara ym. 2023:3600-3616). Hydrofiiliset pinnat vetävät vettä puoleensa mahdollistaen tasaisen ja kostean kerroksen muodostumista piilolasin pinnalle ja vähentäen piilolasin ja silmäluomen välistä kitkaa ja ärsytystä. Hydrofobiset pinnat puolestaan hylkivät vettä aiheuttaen huonosta kostuvuudesta johtuvaa epämukavuutta ja heikentynyttä näöntarkkuutta. Piilolasin hapenläpäisevyys on ensiarvoisen tärkeää sarveiskalvon terveyden ylläpitämiseksi. (Abdulmier ym. 2024.)

Antimikrobiset pinnoitteet estävät mikrobien kasvua piilolasin pinnalla vähentäen infektioiden riskiä ja lisäten käyttöturvallisuutta (Abdulamier ym. 2024). Proteiinien ja lipidien kertymisen estyminen puolestaan ylläpitää piilolasin kirkkautta ja vähentää silmän ärsytysriskiä. Materiaalin säilyminen kirkkaana mahdollistaa hyvän näöntarkkuuden käytön aikana. Korkea vesipitoisuus parantaa piilolasin käyttömukavuutta, mutta vesipitoisuus täytyy olla tasapainossa hapenläpäisevyyden kanssa, jotta sarveiskalvon terveydentila säilyy hyvänä. Materiaalin kestävyys, elastisuus ja vetolujuus vaikuttavat piilolasin istuvuuteen ja mukautuvuuteen silmän pinnalla ja sitä kautta käyttömukavuuteen. Piilolasimateriaalin yhteensopivuus silmän kudosten kanssa ja tulehdusreaktioiden minimointi on tärkeää käyttöturvallisuuden kannalta. (Oliveira & Martinez-Perez 2025:1445.)

Nyky aikaisten piilolasien korkeasta kosteuspitoisuudesta ja hapenläpäisevyydestä hyötyvät erityisesti kuivasilmäiset ja sarveiskalvon hapenpuutteeseen taipuvaiset piilolasien käyttäjät. Materiaalien bioyhteensopivuudesta silmän kudosten kanssa hyötyvät puolestaan erityisesti herkkäsilmaiset, joilla on taipumusta silmien ärsytysoireisiin tai epämukavuuteen. Piilolasin parempaan istuvuuteen vaikuttavat tekijät taas nostavat käyttömukavuutta erityisesti herkän tai epäsäännöllisen sarveiskalvon omaavilla käyttäjillä. (Oliveira & Martinez-Perez 2025:1445.)

## 5.2 Hydrogeelipiilolasit

Hydrogeelipiilolasit saapuivat markkinoille 1960-luvulla. Ensimmäinen hydrogeelipiilolaseissa käytetty materiaali oli pehmeä ja joustava pHEMA, jota on sittemmin muokattu ja kehitetty eteenpäin lisäten hydrogeelipiilolasien vesipitoisuutta ja hapenläpäisevyyttä. Hydrogeelin hydrofiiliset polymeerit pystyvät imemään suuria määriä vettä, mikä tekee piilolaseista pehmeitä, joustavia ja silmän muotoon mukautuvia. (Abdulamier ym. 2024.) Nämä vettä sisältävät hydrogeelimateriaalit mahdollistavat myös sarveiskalvon hapensaannin ja parantavat merkittävästi käyttömukavuutta aikaisempiin saatavilla oleviin materiaaleihin verrattuna (Oliveira & Martinez-Perez 2025:1445). Piilolasien lisääntynyt mukavuus ja hapenläpäisevyys tekee niistä myös turvallisempia käyttää ja mahdollistaa pidemmät käyttöajat. Vaikka hydrogeelit pystyvät päästämään happea sarveiskalvolle, on niiden hapenläpäisevyys kuitenkin rajallista. Hydrogeelien hapenläpäisevyydestä kertovat Dk-arvot vaihtelevat 10–40 välillä. (Abdulamier ym. 2024.)

### 5.3 Silikonihydrogeelipiilolasit

Ensimmäiset silikonihydrogeelipiilolasit saapuivat markkinoille 1990-luvun loppupuolella (Walsh & Jone & Morgan & Papas & Sulley 2025:361–374). Nykyään silikonihydrogeeli on yleisin piilolaseissa käytetty materiaali (Musgrave & Fang 2019:261). Silikonihydrogeelissä yhdistyy silikonin korkea hapenläpäisevyys ja hydrogeelin kostuvuus ja mukavuus. Silikonihydrogeelien hapenläpäisevyydestä kertovat Dk-arvot vaihtelevat 80:stä jopa yli 180:een. (Abdulmier ym. 2024). Materiaalilla on korkea hapenläpäisevyys, jonka ansiosta silikonihydrogeelipiilolasit ovat vähentäneet huomattavasti piilolasien käytöstä aiheutuneen hypoksian komplikaatioita, kuten sarveiskalvon mikrokystiä, uudissuonitusta ja limbaalista punoitusta (Walsh ym. 2025:361–374).

Silikoni itsessään on piilolasimateriaalina hydrofobinen ja jäykkä eikä sellaisenaan ole ihanteellinen piilolasimateriaali (Musgrave & Fang 2019:261). Silikoni materiaalina voi aiheuttaa käytön epämukavuutta ja kuivasilmäisyyttä sekä muita silmäongelmia. Piilolasin kostuvuuden parantamiseksi ja jäykkyyden vähentämiseksi silikonipohjaisissa piilolaseissa käytetään lisäksi hydrofiilisiä materiaaleja. Kosteuttavat aineet vähentävät silikonin hydrofobisuutta sekä parantavat piilolasin kostuvuutta ja vähentävät sen jäykkyyttä. (Ishihara ym. 2023:3600–3616.)

Silikonihydrogeelien korkea hapenläpäisevyys vaikuttaa myönteisesti sarveiskalvon terveyteen ja auttaa pidentämään piilolasien käyttöaikaa (Ishihara ym. 2023:3600–3616). Niillä on usein myös korkeampi moduuli, johtuen piilolasin alhaisemmasta vesipitoisuudesta. Korkeamman moduulin ansiosta silikonihydrogeelit ovat jäykempiä, joten niitä on helpompi käsitellä, kuin hydrogeelipiilolaseja. (Walsh ym. 2025:361–374.)

Vaikka silikonihydrogeelit ovat hyvin siedettyjä ja niillä on korkea hapenläpäisevyys ja positiivinen vaikutus silmän pinnan terveyteen verrattuna aikaisempiin piilolasimateriaaleihin, niiden pinnan kostuvuuden ylläpitäminen koetaan edelleen haasteena, jota pyritään parantamaan ja kehittämään pintakäsittelyiden avulla. Mikäli piilolasi ei kykene ylläpitämään kostuvuutta käytön aikana, johtaa se käytön epämukavuuteen ja kuivuuteen. (Abdulmier ym. 2024.) Piilolasin kostuvuusongelmia ja käyttömukavuuden lisäämistä ajatellen on kehitetty uusia kertakäyttöisiä vesigradienttipohjaisia piilolaseja. Näiden piilolasien ytimen vesipitoisuus on 33 % ja pinnan vesipitoisuus 80 %. Piilolasin rakenne mahdollistaa materiaalin alhaisen moduulin sekä hyvän kostuvuuden ja voitelevuuden. Vesigradienttipohjaisilla silikonihydrogeelipiilolaseilla on havaittu olevan positiivinen vaikutus käyttömukavuuteen verrattuna perinteisempiin silikonihydrogeelipiilolaseihin. Näiden

piilolasien vaikutus kyynelneesten laadun häiriintymiseen piilolasin pinnalla on myös pienempi verrattuna perinteisempiin silikonihydrogeeleihin. (Markoulli & Kolanu 2017:41–48.)

## 6 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyön aihe valikoitui omien kiinnostuksen kohteidemme mukaan. Meitä kiinnostavia aiheita olivat piilolasit ja kuivasilmäisyys ja saimme ehdotukseksi ottaa työhön mukaan myös piilolasimateriaalit. Alkuperäinen aiheemme opinnäytetyölle oli ”Pehmeiden piilolasimateriaalien ja kuivasilmäisyyden yhteys”. Aihe tuntui kuitenkin sellaisenaan liian laajalta ja hankalasti hahmoteltavalta. Testihakujen perusteella päädyimme rajaamaan aiheen koskemaan piilolasien aiheuttamia kyynelneesten muutoksia, jotka oleellisesti liittyvät kuivasilmäisyyteen. Pudotimme otsikosta pois myös piilolasimateriaalit, koska emme halunneet keskittyä liikaa materiaaleihin emmekä halunneet niiden olevan pääaiheemme. Halusimme kuitenkin käsitellä työssämme nimenomaan hydrogeelit ja silikonihydrogeelit materiaaleina ja halusimme hakutulosten kohdistuvan näihin piilolasimateriaaleihin.

### 6.1 Työn tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia olemassa olevien aineistojen pohjalta, miten pehmeiden piilolasien käyttö vaikuttaa kyynelneesteeseen ja sen ominaisuuksiin. Työn tavoitteena on lisätä ymmärrystä piilolasien aiheuttamista muutoksista kyynelneesteessä. Kyynelneesten ominaisuudet ovat merkittäviä tekijöitä kuivasilmäisyydessä ja piilolasien käyttöön liittyvässä epämukavuudessa. Optometristin olisi hyvä osata huomioida piilolasien vaikutus kyynelneesteeseen sovittaessaan piilolaseja asiakkaille, erityisesti kuivasilmäisille asiakkaille.

Ennen tutkimuskysymysten luomista tutustuimme aiheeseen syvemmin ja aloitimme viitekehyksen kirjoittamisen. Lopullisen viitekehyksen muodostumisen ja alustavien aineistohakujen myötä saimme rajattua aiheen haluamallamme tavalla. Aiheen rajaamisen myötä loimme lopulliset tutkimuskysymykset, jotka ohjasivat aineistohakuamme. Halusimme luoda selkeät tutkimuskysymykset, jotka eivät kuitenkaan rajoita opinnäytetyömme aineistohakua liikaa. Aiherajauksen myötä tutkimuskysymyksiksi muodostuivat:

1. Aiheuttaako pehmeiden piilolasien käyttö muutoksia kyynelneesteessä?

2. Millaisia muutoksia pehmeiden piilolasien käyttö aiheuttaa kyynelnesteessä?
3. Onko piilolasimateriaalien välillä erilaisia vaikutuksia kyynelnesteeseen?

## 6.2 Tutkimusmenetelmä

Kirjallisuuskatsaukset voidaan jakaa kolmeen perustyyppiin: kuvaileva kirjallisuuskatsaus, meta-analyysi sekä systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Nämä perustyytit ovat myös jaettavissa useampiin alalajeihin. Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on koota alkuperäisistä aineistoista uusia tutkimustuloksia. Kirjallisuuskatsauksella on myös mahdollista tuottaa uutta teoriaa sekä tunnistaa ongelmia. (Salminen 2023.) Tavoitteena on rakentaa sekä yhdistää uutta tietoa katsaukseen valituista tutkimuksista (Vilka 2023).

Opinnäytetyössämme käytimme tutkimusmenetelmänä kuvailevaa kirjallisuuskatsausta, joka on yksi yleisimmin käytetyistä kirjallisuuskatsauksen perustyypeistä. Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen luonne on yleiskatsaus, jolle ei ole asetettu tiukkoja ja tarkkoja sääntöjä eikä myöskään aineiston valintaa rajaa metodiset säännöt, vaan käytetyt aineistot ovat laajoja. Näin myös tutkittavaa ilmiötä pystytään kuvaamaan laajalajaisesti (Salminen, 2023). Kuvailevan eli narratiivisen kirjallisuuskatsauksen vahvuutena on pidetty sitä, että sen avulla voidaan suuntautua erityiskysymyksiin ja tarkastella kysymyksiä aineistolähtöisesti (Vilka 2023).

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on kuvata aikaisempaa tietoa sekä tarkastella, mitä tutkittavasta ilmiöstä jo tiedetään. Näiden pohjalta tutkija pyrkii ymmärtämään ilmiötä ja vastaamaan asetettuihin tutkimuskysymyksiin sekä luomaan uusia näkökulmia aiheesta. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on ymmärtämiseen ja aineistolähtöisyyteen tähtäävä menetelmä ilmiön kuvaamiseen. Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen eri vaiheita ovat tutkimuskysymyksen muodostaminen, aineiston valitseminen, kuvailun rakentaminen sekä tuotetun tuloksen tarkasteleminen. Vaikka vaiheet ovat eriteltävissä toisistaan, ne kuitenkin etenevät osittain päällekkäin suhteessa toisiinsa. (Kangasniemi 2013.)

Kirjallisuuskatsauksen keskeisenä asiana on luoda rajattu, mutta riittävän väljä tutkimuskysymys, joka ohjaa koko tutkimusprosessia sekä olemassa olevien aineistojen perusteella vastata valittuun tutkimuskysymykseen. Tutkimuskysymys on usein kysymyksen muodossa ja riittävän täsmällinen, jotta tutkittavaa ilmiötä voidaan tarkastella syvällisemmin. Toisaalta tutkimuskysymyksen ollessa väljä, antaa se mahdollisuuden

tarkastella ilmiötä monista eri näkökulmista. (Kangasniemi 2013.) Tutkimuskysymykset voivat kuitenkin tarkentua sekä täsmentyä kirjallisuuskatsausta tehdessä (Vilkkä 2023).

Tutkimuskysymys ohjaa aineiston valintaa ja tarkoituksena on löytää mahdollisimman asianmukainen ja olennainen aineisto vastaamaan tutkimuskysymykseen. Aineisto muodostuu aiemmasta, tutkimuksen kannalta olennaisesta tutkimustiedosta ja sen valinnassa otetaan huomioon tutkimuskysymykseen vastaaminen. Aineiston riittävyden määrä perustuu tutkimuskysymyksen laajuuteen. (Kangasniemi 2013.)

### 6.3 Aineiston kerääminen ja hakusanat

Aineistohaun tavoitteena oli saada laajasti tutkimustuloksia pehmeiden hydrogeeli- ja silikonihydrogeelipiilolasien käytön vaikutuksesta kyynelneesten ominaisuuksiin. Lisäarvoa toi, jos tutkimuksessa käsiteltiin myös piilolasin käytön mukavuutta tai piilolasien käyttöön liittyvää kuivasilmäisyyttä, koska nämä ovat hyvin oleellisia kyynelneesteeseen ja piilolasien käyttöön liittyviä tekijöitä. Analyysistä rajattiin pois tutkimukset, jotka eivät koskeneet pehmeitä hydrogeeli- tai silikonihydrogeelipiilolaseja eivätkä käsitelleet muuttoksia kyynelneesteessä.

Aineistoa haettiin PubMed, ScienceDirect, MEDLINE ja ProQuest Central-tietokannoista, joihin on pääsy Metropolia Ammattikorkeakoulun lisenssillä. Haku rajattiin tutkimuksiin, jotka on julkaistu vuosina 2010–2025, jotta tieto olisi mahdollisimman ajantasaista ja hakutulosten määrä pysyisi maltillisena. Tutkimuksien tuli olla englanninkielisiä, jotta aineistojen analysointi ja kääntäminen suomeksi olisi sujuvaa eikä tutkimuksen sisältö muutu käännöstyön myötä. Ennen lopullista aineistohakua tehtiin testihakuja mm. lausekkeilla ”soft contact lens materials AND tear film” ja (hydrogel contact lens OR silicone hydrogel contact lens) AND (dry eye). Testihakujen tarkoituksena oli hahmottaa kuinka paljon ja minkälaisia tuloksia haku tuottaa.

Lopullinen aineistohaku tehtiin lokakuussa 2025. Kaikissa tietokannoissa käytettiin samaa hakulauseketta, joka oli ”(hydrogel contact lens OR silicone hydrogel contact lens) AND (tear film)”. Aineistoa hakiessa havaittiin, että hakusana tuotti paljon myös aiheeseen liittymättömiä tuloksia, joten tutkimuksia karsiutui paljon pois pelkän otsikon perusteella. Hakulauseke ja rajaukset tuottivat PubMedissä yhteensä 55 tulosta, joista 9 valikoitui mukaan otsikon perusteella. ScienceDirect tuotti 385 tulosta, joista 11 valikoitui mukaan otsikon perusteella. ProQuest Central tuotti 1242 tulosta, joista 23 valikoitui mukaan otsikon perusteella. MEDLINE tuotti 42 tulosta, joista 10 valikoitui mukaan otsi-

kon perusteella. Tiivistelmien ja tutkimusten tarkemman läpikäynnin myötä analysoitavaksi päätyi kuitenkin 4 tutkimusta PubMedistä, 0 tutkimusta ScienceDirectistä, 4 tutkimusta ProQuest Centralista ja 2 tutkimusta MEDLINEsta.

Taulukko 1. Tutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Englanninkielinen	Muu kuin englanninkielinen
Julkaistu vuosina 2010–2025	Julkaistu ennen vuotta 2010
Avoin pääsy koko tekstiin tai Metropolian lisenssillä pääsy koko tekstiin	Maksullinen, tekstiin ei ole pääsyä Metropolian lisenssillä tai ei ole saatavilla koko tekstiä
Käsittelee pehmeiden piilolasien käytöstä johtuvia kyynelnesteen muutoksia.	Ei käsittele pehmeiden piilolasien käytöstä johtuvia kyynelnesteen muutoksia.
Käsittelee pehmeitä hydrogeeli- tai silikonihydrogeelipiilolaseja	Ei käsittele pehmeitä hydrogeeli- tai silikonihydrogeelipiilolaseja

Taulukko 2. Tiedonhaussa käytetyt tietokannat, hakusanat sekä hakujen tulokset.

Tietokanta	Hakusanat ja rajaukset	Tulokset	Valittu otsikon perusteella	Aineistoon valitut
PubMed	(hydrogel contact lens OR silicone hydrogel contact lens) AND (tear film)	55	9	4
ScienceDirect	(hydrogel contact lens OR silicone hydrogel	385	11	0

	contact lens) AND (tear film)			
<b>ProQuest Central</b>	(hydrogel con- tact lens OR si- licone hydrogel contact lens) AND (tear film)	1242	23	4
<b>MEDLINE</b>	(hydrogel con- tact lens OR si- licone hydrogel contact lens) AND (tear film)	43	10	2

## 7 Tutkimustulokset

Analysoitavia tutkimuksia valikoitui neljästä eri tietokannasta yhteensä 10. Tässä osiossa on käyty läpi tutkimus kerrallaan niiden keskeinen sisältö ja tutkimustulokset. Vanhin mukaan valittu tutkimus on julkaistu vuonna 2011 ja uusin vuonna 2025. Suurin osa tutkimuksista on kuitenkin julkaistu viimeisen viiden vuoden aikana.

### **Tutkimus 1: Kyynelfilmin ominaisuudet kertakäyttöisten piilolasien käytön aikana**

Montanin ja Martinon 2020 tutkimukseen osallistui 46 tutkittavaa, joista 12 oli uusia piilolasien käyttäjiä ja 28 vakiokäyttäjää. Osallistuneiden iän vaihteluväli oli 20-26 vuotta ja taittovirheen vaihteluväli -3,50 - +1,50 D. Tutkimuksen tavoitteena oli arvioida kolmen eri kertakäyttöisen pehmeän piilolasin vaikutusta kyynelfilmin ominaisuuksiin. Mittattavia arvoja olivat kyynelnesteen meniskin korkeus, kyynelnesteen hajoamisaika ei-invasiivisesti, joka mitattiin Tearscope-laitteella sekä kyynelfilmin osmolaarisuus, jonka mittaaminen suoritettiin TearLab Osmolarity System-laitteella. Tutkimuksessa arvioitiin myös käyttäjien näönlaatua. (Montani & Martino 2020.)

Tutkittavat kertakäyttöpiilolasit olivat nesofilcon A, delefilcon A sekä stenfilcon A. Nesofilcon A on hydrogeelipiilolasi, jonka vesipitoisuus on 78 %. Delefilcon A on silikonihydrogeelipiilolasi, jonka vesipitoisuus on 33 %. Sen pinnalla on myös 5–6 mikrometriä

paksu kerros modifioitua hydrogeelimäistä geeliä, jonka vesipitoisuus on suurempi tai yhtä suuri kuin 80 %. Stenfilcon A on myös silikonihydrogeelipiilolasi, mutta sen silikonipitoisuus on alhainen eli 4,4 % ja vesipitoisuus on 54 %. (Montani & Martino 2020.)

Ensimmäisen tutkimusviikon aikana osallistujat käyttivät oikeassa silmässä nesofilcon A hydrogeelipiilolasia ja vasemmassa silmässä silikonihydrogeelipiilolasia delefilcon A. Ensimmäisen viikon jälkeen pidettiin kolmen päivän tauko ja tutkimuksen toisella viikolla käytettiin oikeassa silmässä silikonihydrogeelipiilolasia stenfilcon A ja vasemmassa silmässä hydrogeelipiilolasia nesofilcon A. Kyynelnesteen meniskin korkeus, kyynelnesteen hajoamisaika (NIBUT) sekä kyynelnesteen osmolaarisuus mitattiin ennen piilolasien käyttöä sekä käytön aikana ensimmäisenä päivänä 20 minuutin kohdalla ja seitsemäntenä päivänä vähintään 8 tunnin piilolasien käytön jälkeen. Mittaukset tehtiin kontrolloidussa lämpötilassa sekä kosteudessa ja samalla vuorokaudenajan vaihteluvälillä klo 16.00–18.00. (Montani & Martino 2020.)

Kyynelnesteen meniskin korkeus pysyi muuttumattomana kaikkien piilolasien kanssa 20 minuutin käyttöajan jälkeen, mutta se laski merkittävästi delefilcon A:n ja stenfilcon A:n 8 tunnin käyttöajan jälkeen. Kaikilla testatuilla piilolaseilla kyynelnesteen hajoamisaika pieneni merkittävästi lähtötasoon verrattuna sekä 20 minuutin, että 8 tunnin käyttöajan jälkeen. Kuitenkin nesofilcon A -piilolasilla havaittiin merkittävästi vähemmän vaikutusta kyynelnesteen hajoamisaikaan sekä ensimmäisen että toisen viikon lopussa. Kyynelnesteen osmolaarisuudessa ei havaittu juurikaan eroa minkään piilolasin kohdalla ja erot lähtötilanteeseen 20 minuutin sekä 8 tunnin käyttöajan jälkeen eivät olleet merkittäviä. Näönlaatua arvioidessa merkittävin havainto oli, että molemmat silikonihydrogeelipiilolasit aiheuttivat enemmän sirontaa 8 tunnin käyttöajan jälkeen kuin hydrogeelipiilolasit. Kokonaisuudessaan nesofilcon A -hydrogeelipiilolasit vaikuttivat vähiten lähtötasoon verrattuna kyynelnesteen ominaisuuksiin. Tulosten perusteella nesofilcon A -piilolasien käyttö voi johtaa parempaan subjektiiviseen käyttömukavuuteen. (Montani & Martino 2020.)

## **Tutkimus 2: Kyynelnesteen ominaisuudet liittyen Delefilcon A -silikonihydrogeelipiilolasien käyttöön**

Yokoi, Furusawa, Kato, Kusada sekä Sotozono 2023 tutkimuksessa oli mukana 12 miestä ja 18 naista, joiden keski-ikä oli 33,3 vuotta. Kaikki tutkittavat olivat säännöllisiä piilolasien käyttäjiä. Tutkimuksessa tutkittiin delefilcon A -silikonihydrogeepiilolasia,

jonka pinnalla on noin 6 mikrometriä paksu hydrogeelikerros, ja sen vesipitoisuussuhde on 80 %. Delefilcon A -piilolasin valmistuksessa on käytetty niin sanottua vesigradien-  
teknologiaa. Delefilcon A -piilolaseja verrattiin tutkittavien itse valitsemaan pehmeään piilolasiin. Näistä piilolaseista esitettiin ominaisuuksia ja eniten vertailukohteena oli piilolaseja, joissa oli ominaisuutena ionisuus sekä matala vesipitoisuus ja piilolaseja, jotka olivat sekä ei-ionisia että korkean vesipitoisuuden omaavia. Käytetyistä piilolaseista 14 oli silikonihydrogeelipiilolaseja ja 16 hydrogeelipiilolaseja. Käytetyissä piilolaseissa ei ollut samanlaista pintakerroksen hydrogeeliominaisuutta kuin delefilcon A -piilolasilla. (Yokoi & Furusawa & Kato & Kusada & Sotozono 2023.)

Tutkimuksessa arvioitiin kyynelneesten meniskin korkeutta, lipidikerroksen kuvion muutoksia ja leviämistä sekä kyynelneesten hajoamisaikaa ei-invasiivisesti (NIBUT) 15 minuuttia piilolasien käytön jälkeen. Kyynelneesten tutkimusten lisäksi tutkittavilta kysyttiin eri piilolasien käyttömukavuuden paremmuudesta. Ensimmäisen tutkimuspäivän aikana tutkittavat pyydettiin saapumaan tutkimushuoneeseen piilolasit mukanaan, mutta ei silmissä. Tutkittavilta mitattiin kyynelneesten arvot ennen piilolasien käyttöä. Tutkittavat käyttivät piilolaseja kummassakin silmässä, mutta tutkimus toteutettiin niin, etteivät tutkittavat tienneet kummat piilolasit heillä oli käytössään. (Yokoi ym. 2023.)

Kyynelneesten meniskin korkeus laski kaikilla piilolaseilla 15 minuutin käytön jälkeen verrattuna ennen käyttöä mitattuun aikaan. Kyynelneesten meniskin korkeus mitattiin ennen piilolasien käyttöä sekä 5, 10 ja 15 minuuttia käytön jälkeen. Meniskin korkeus saavutti tasaantumisarvon 10 minuutin jälkeen. Piilolasien välillä ei ollut merkittävää eroa kyynelneesten meniskin korkeuden muutoksessa. Ennen piilolasien käyttöä kyynelneesten meniskin korkeuden keskiarvot olivat 0,25 ja 0,24. 5 minuuttia käytön jälkeen keskiarvot olivat 0,23 ja 0,23. 10 minuuttia piilolasien käytön jälkeen keskiarvot olivat 0,21 ja 0,21 ja 15 minuutin jälkeen ne pysyivät samana 0,21 ja 0,21. (Yokoi ym. 2023.)

Lipidikerroksen muutokset olivat pienemmät eli kliinisesti paremmat delefilcon A -piilolaseilla, joka viittaa myös paksumpaan kyynelneesteeseen piilolasin pinnalla. NIBUT-arvossa huomattiin pidempi arvo delefilcon A -piilolasien kanssa, joka myös viittaa vaakaampaan kyynelneesteeseen tämän piilolasin käytön aikana. Tavanomaisen silikonihydrogeelipiilolasin NIBUT-arvon keskiarvo ennen käyttöä oli  $6,8 \pm 2,8$  s ja 15 minuuttia käytön jälkeen  $4,3 \pm 3,5$  s. Ennen delefilcon A -piilolasin käyttöä NIBUT-arvon keskiarvo oli  $7,2 \pm 2,6$  s ja 15 minuuttia käytön jälkeen  $8,3 \pm 2,2$  s. (Yokoi ym. 2023.)

Tulokset osoittavat, että piilolasit, joissa on pinnan hydrogeelikerros, pitävät kyynelnesteen stabiilimpana kuin pehmeät piilolasit ilman tätä ominaisuutta. Kyynelneeste jakautuu piilolasin etu- ja takapinnalle ja tämän tutkimuksen perusteella piilolasin etupinnalle jäävä kyynelneeste on paksumpi sekä vakaampi delefilcon A -piilolasia käytettäessä. Pehmeiden piilolasien käytön aikana jokaiselta koehenkilöltä kysyttiin käyttäjien subjektiivisista oireista sekä piilolasien käyttömukavuuden paremmuudesta. Tutkimukseen osallistuvista 16 (53 %) raportoi paremmasta käyttömukavuudesta delefilcon A -piilolasilla, 12 (40 %) raportoi yhtä suuresta mukavuudesta ja 2 (6,7 %) heikommasta mukavuudesta. (Yokoi ym. 2023.)

### **Tutkimus 3: Kyynelmeniskin korkeuden, lipidikerroksen kuvion ja kyynelnesteen hajoamisajan lyhytaikaiset muutokset vesigradianttista silikonihydrogeelipiilolasia käytettäessä**

Capote-Puente, Bautista-Llamas, Manzoni ja Sánchez-González 2022 tutkimuksessa arvioitiin kyynelnesteen määrää sekä pysyvyyttä ja lipidikerroksen kuvion muutoksia silikonihydrogeelipiilolasi lehficon A:n käytössä. Lehficon A -piilolasin valmistuksessa on käytetty vesigradianttiteknologiaa. Materiaalilla on korkea vesipitoisuus sen pintakerroksessa (>90 %) sekä sen valmistuksessa on käytetty Celligent-teknologiaa, joka ehkäisee bakteeri- ja lipidikertymiä kertymästä piilolasin pinnalle. Kyynelfilmin analyysi tehtiin Integrated Clinical Platform Ocular Surface Analyzer-laitteella. Meibomin rauhaset tutkittiin Cobra HD-digitaalimeibografialla. Kyynelnesteen määrää mitattiin Schirmer-liuskoilla. Tutkimukseen sisällytettiin sidekalvon punaisuuden arviointi, kyynelmeniskin korkeus, kyynelnesteen hajoamisaika (ensimmäinen sekä keskimääräinen) sekä luomien avautumisaika eli kuinka kauan tutkittava pitää silmää auki ennen räpytystä. (Capote-Puente & Bautista-Llamas & Manzoni & Sánchez-González 2022.)

Tutkimukseen osallistui 31 likinäköistä ja lievän astigmatian omaavaa tutkittavaa, joiden iän keskiarvo oli 22,23 vuotta. Piilolasisovitus tehtiin tutkittavien kumpaankin silmään. Tutkittavilta mitattiin kyynelnesteen ominaisuudet ennen piilolasien laittoa, sekä 30 minuuttia piilolasien käytön jälkeen. (Capote-Puente ym. 2022.)

Sidekalvon punoituksessa ei huomattu tilastollisesti merkittävää eroa Efronin asteikolla arvioituna. Lipidikerroksen paksuuden interferometria laski luokasta 2 luokkaan 0. Kyynelmeniskin korkeudessa ei havaittu juurikaan muutosta lähtötilanteesta. Ennen piilolasin käyttöä keskiarvo oli  $0,21 \pm 0,04$  mm ja 30 minuuttia piilolasien käytön jälkeen  $0,21$

$\pm 0,06$  mm. Ensimmäinen NIBUT-arvo laski lievästi, sillä keskiarvo ennen piilolasien käyttöä oli 5,03 s ja 30 minuuttia piilolasien käytön jälkeen 4,63 s. Keskimääräinen NIBUT-arvo nousi merkittävästi lähtötilanteesta. Ennen piilolasien käyttöä keskiarvo oli  $15,1 \pm 9,54$  s ja 30 minuuttia käytön jälkeen  $21,27 \pm 11,97$  s. Luomien avautumisaika piteni merkittävästi piilolasien käytön jälkeen. Ennen piilolasien käyttöä keskiarvo oli  $26,36 \pm 19,72$  s ja 30 minuuttia piilolasien käytön jälkeen  $38,58 \pm 21,78$  s (Capote-Puente ym. 2022.)

Silikonihydrogeelipiilolasit leofilcon A pidensivät merkittävästi keskimääräistä NIBUT-aikaa sekä luomien avautumisaikaa. Piilolaseissa käytettävä vesigradienttitekniologia parantaa pinnan kostuvuutta, mikä tuo parempaa käyttömukavuutta, joten leofilcon A -piilolasit vaikuttavat vähemmän kyynelnesteen vakauteen ja kuivasilmäisyyden subjektiivisten oireiden kokemiseen. (Capote-Puente ym. 2022.)

#### **Tutkimus 4: Musiinkerroksen muutosten arviointi silikonihydrogeelipiilolasien päivittäisen ja pitkäaikaisen käytön välillä**

Rhendy, Rahayu, Edwar, Sadikin ja Kekalih 2024 tutkimuksessa arvioitiin silikonihydrogeelistä valmistettujen lotrafilcon B -piilolasien vaikutusta musiinin määrään ja laatuun päivittäisen ja pitkäaikaisen käytön välillä. Tutkimukseen osallistui 40 tutkittavaa, joilla oli kohtalainen likinäköisyys ja astigmatia. Tutkittavat olivat 18–40-vuotiaita henkilöitä. Tutkittavat jaettiin päivittäisen käytön ryhmään sekä pitkäaikaisen käytön ryhmään ja tarkoitus oli verrata musiinitasoja ryhmien välillä. Kummassakin ryhmässä oli alkujaan 20 henkilöä, mutta yksi päivittäin piilolaseja käyttävien ryhmästä keskeytti tutkimuksen allergisen reaktion vuoksi. Kummaltakin ryhmältä otettiin musiini 5AC-testi ennen sovitusta sekä neljän viikon kuluttua. Ryhmiltä otettiin myös ferning-testi eli kyynelnesteen koostumusta arvioiva testi ennen sovitusta, ensimmäisellä viikolla sekä neljännellä viikolla. (Rhendy & Rahayu & Edwar & Sadikin & Kekalih 2024.)

Musiini 5AC-tasoja verrattaessa kahden ryhmän välillä, havaittiin kummassakin ryhmässä merkittävä muutos musiinitasojen nousussa tutkimusta ennen otetulla arvolla sekä neljännellä viikolla otetulla arvolla. Ryhmien välillä ei kuitenkaan ollut merkittävää eroa Musiini 5AC-arvoissa. Musiiniarvojen keskimääräinen taso ennen piilolasien käyttöä oli päivittäisen käytön ryhmässä 2,16 ng/ml ja neljännellä viikolla 4,62 ng/ml. Pitkäaikaisen käytön ryhmässä musiinitasojen keskimääräinen arvo oli 2,55 ng/ml ja neljän-

nellä viikolla 4,74 ng/ml. Kummassakin ryhmässä haittavaikutuksina koettiin vierasesi-  
neen tunnetta (n. 30 % kummassakin ryhmässä) sekä silmien kuivuutta (n. 10 % kum-  
massakin ryhmässä). Piilolasien aiheuttamaa akuuttia punasilmäisyyttä koki 20 % pit-  
käaikaisen käytön ryhmässä. Ferning-testissä ei havaittu merkittävää muutosta ennen  
sovitusta, ensimmäisellä tai neljännellä viikolla. (Rhendy ym. 2024.)

### **Tutkimus 5: Potilastyytyväisyys ja kyynelfilmin hajoamisaika ensimmäistä kertaa silikonihydrogeelihiilolaseja käytettäessä**

Misu, Mimura, Noma ja Shinbo 2024 tutkimukseen osallistui 42 tutkittavaa, joista 18 oli  
miehiä ja 24 naisia. Iältään tutkittavat olivat 12–63-vuotiaita. Osallistujien tuli olla ter-  
veitä, vähintään 12-vuotiaita silmälasien käyttäjiä ilman kokemusta piilolasien käytöstä.  
Osallistujien taittovirhekorjaus tuli olla väliltä -0.5 - -6.0 D ja korjattu näöntarkkuus  
20/25 tai parempi. Osallistujilla ei saanut olla silmänsairauksia tai systeemisiä sairauk-  
sia, sarveiskalvon epiteelin eroosiota tai suoritettua taittovirheleikkausta. (Misu & Mi-  
mura & Noma & Shinbo 2024.)

Tutkimuksen tavoitteena oli mitata kyynelnesteen hajoamisaika ei-invasiivisesti (NI-  
BUT) uusilta piilolasien käyttäjiltä ilman piilolasin vaikutusta ja verrata sitä yhden ja nel-  
jän viikon piilolasien käytön jälkeen mitattuun arvoon. Tutkimuksessa haluttiin arvioida  
myös mitatun NIBUT-arvon ja piilolasin käyttömukavuuden välistä suhdetta. Tutkittavat  
käyttivät kertakäyttöistä vesigradienttiteknologian omaavaa verifilcon A -silikonihydro-  
geelihiilolasia, jonka sisäpinta koostuu 33 % vettä sisältävästä silikonihydrogeeliyti-  
mestä ja ulkopinta 80 % vettä sisältävästä kerroksesta. Verifilcon A on sileäpintainen  
ultraviolettisäteilyä estävä 2–3 µm paksu piilolasi. (Misu ym. 2024.)

Kyynelnesteen hajoamisajan mittaamisessa käytettiin DR-1 $\alpha$  interferometriä. Kyynel-  
nestetutkimuksen lisäksi tutkittavat täyttivät kyselylomakkeita silmälasien ja piilolasien  
käyttöön liittyen ennen ensimmäistä piilolasien käyttökertaa ja jälleen viikon ja neljän  
viikon käytön jälkeen. Kyselylomakkeissa arvioitiin silmälasien ja piilolasien käyttömu-  
kavuutta ja vastausten perusteella saatiin tietoa tutkittavien kokemista silmäoireista ja  
käyttötyytyväisyydestä. (Misu ym. 2024.)

Tutkittavat käyttivät piilolaseja 8–10 tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa. Osallistu-  
jien oikean ja vasemman silmän taittovirheet olivat keskimäärin hyvin samankaltaiset ja  
tutkimuksessa käytetyt piilolasivoimakkuudet olivat oikeassa silmässä  $-2.9 \pm 1,4$  D ja

vasemmassa  $-2.8 \pm 1,4$  D. Molemmista silmistä mitatut keskiarvoiset NIBUT-arvot olivat aluksi ilman piilolaseja  $5,9 \pm 1,9$  s, viikko piilolasien käytön jälkeen piilolasin päältä mitattuna  $10,8 \pm 2,2$  s ja neljän viikon piilolasien käytön jälkeen piilolasin päältä mitattuna  $11,4 \pm 1,9$  s. Kyynelneesten hajoamisaika oli merkittävästi pidempi piilolasin käytön jälkeen kuin mitä se oli lähtötilanteessa ilman piilolasia. (Misu ym. 2024.)

Piilolasien käyttömukavuus arvioitiin kyselylomakkeiden perusteella ennen piilolaseja  $7,8 \pm 1,8$ , viikon käytön jälkeen  $9,0 \pm 1,1$  ja neljän viikon käytön jälkeen  $8,7 \pm 1,2$ . Piilolasien käyttömukavuus koettiin parempana piilolasien käytön jälkeen, kuin mitä se oli arvioitu ennen piilolasien käytön aloittamista. Tutkittavia, joiden kyynelneesten hajoamisaika oli pienin ( $0,0-4,0$  s) ennen piilolasien käyttöä oli tutkimuksessa 9 ja he arvioivat käyttömukavuuden neljän viikon jälkeen  $8,9 \pm 1,1$ . Tutkittavia, joiden kyynelneesten hajoamisaika puolestaan oli suurin eli  $8,1-12,0$  s oli tutkimuksessa 3 ja he arvioivat käyttömukavuudeksi neljän viikon käytön jälkeen täydet  $10,0$ . Pidempi kyynelneesten stabiilius koettiin siis vaikuttavat käyttömukavuuteen positiivisesti, mutta erot eivät olleet merkittävän suuria. Tyytyväisyyskyselyn perusteella tutkittavat olivat tyytyväisempiä piilolasien käyttöön, kuin mitä he olivat lähtötilanteessa arvioineet. Tutkijat olivat sitä mieltä, että verifilcon A sopii hyvin uusille piilolasien käyttäjille. (Misu ym. 2024.)

### **Tutkimus 6: Kyynelfilmin muutokset ja pehmeiden piilolasien käyttöön liittyvät silmäoireet**

Pereira, Lira ja Sampaio 2025 tutkimukseen osallistui yhteensä 67 henkilöä, joista 34 olivat piilolasien käyttäjiä ja 33 eivät käyttäneet piilolaseja. Piilolasien käyttäjistä 7 oli miehiä ja 27 naisia ja heidän keskiarvoinen näön korjaustarpeensa oli  $-3.8 \pm 2,2$  D. 23 heistä käytti kuukausipiilolaseja ja 11 kertakäyttöisiä piilolaseja. Tutkittavista, jotka eivät käyttäneet piilolaseja 12 oli miehiä ja 21 naisia ja heidän keskiarvoinen näönkorjaustarpeensa oli  $-1.1 \pm 2,0$  D. Osallistujien ikähaarukka oli 18–40-vuotta ja heidän korjattu näöntarkkuutensa täytyi olla vähintään 08/10 molemmissa silmissä. Poissulkukriteereitä tutkimuksessa olivat silmäinfektiot, tulehdukset ja allergiat, sameat optiset väliaineet, tehty silmäleikkaus ja viimeisen 12 viikon aikana käytetyt systeemiset lääkkeet tai silmälääkkeet. Tutkimus ei keskittynyt mihinkään tiettyyn piilolasiin. Osallistujien käyttämät piilolasit olivat joko hydrogeelejä tai silikonihydrogeelejä, mutta tutkimustuloksia ei jaoteltu käytetyn piilolasin mukaan. Tutkittavilla käytössä olleet piilolasit olivat comfilcon A, lotrafilcon B, samfilcon A, ocufilcon D, verofilcon A, somofilcon A, etafilcon A ja netfilcon A. (Pereira & Lira & Sampaio 2025.)

Tutkittavat jaettiin silmäoireiden perusteella ryhmiin: oireettomat, kohtalaiset ja vakavat oireet. Kontrolliryhmä perustettiin oireettomista osallistujista, jotka eivät käyttäneet piilolaseja. Luokitus tehtiin käyttämällä OSDI-kyselylomaketta (Ocular Surface Disease Index). Lomakkeessa oli 12 kysymystä, joiden tarkoituksena oli arvioida kuivasilmäisyyteen liittyviä silmäoireita sekä niiden vaikutusta näkemiseen. Pisteytyksessä matalat pisteet vastasivat pienempiä oireita ja korkeat pisteet vakavampia oireita. Piilolasien käyttäjistä 11 oli oireettomia, 15 koki lieviä oireita ja 8 vakavia kuivasilmäisyyden oireita. (Pereira ym. 2025.)

Tutkimuksessa arvioitiin räpyttelyn tiheyttä ja täydellisyyttä sekä kyynelfilmin vakautta, rakennetta ja määrää. Räpytystiheyttä mitattiin räpytysten kokonaismääränä minuutissa ja räpytysten täydellisyyttä mitattiin epätäydellisten räpytysten prosenttiosuutena. Kyynelnestettä puolestaan arvioitiin kyynelfilmin tarkastelulaitteella, tearscopella. Kyynelnesteen vakautta tarkasteltiin mittaamalla ei-invasiivinen kyynelnesteen hajoamisaika (NIBUT). Mittaukset tehtiin sekä ilman piilolasia, että piilolasin päältä ja mittaukset toistettiin kolme kertaa silmää kohden. Lipidikerroksen arvioinnissa käytettiin tearscoopen diffuusia valoa. Lipidikerroksen kuviointi jaettiin viiteen luokkaan: verkkomainen, aaltoileva, amorfinen, värilliset juovat ja epänormaalit värilliset juovat. Kyynelnesteen määrää arvioitiin mittaamalla kyynelmeniskin korkeus alaluomen reunasta. (Pereira ym. 2025.)

Tutkimustuloksia verrattiin kontrolliryhmään, joka koostui 11 oireettomasta koehenkilöstä, jotka eivät käyttäneet piilolaseja. Piilolasien käyttäjien räpytystiheys nopeutui kuivasilmäoireiden vaikeuden lisääntyessä, kun puolestaan ei-piilolasien käyttäjien räpytystiheydessä ei huomattu eroa kontrolliryhmän kanssa. Piilolasien käyttäjät räpyttelivät enemmän kuin kontrolliryhmäläiset ( $20 \pm 9$  vs.  $17 \pm 7$  räpytystä minuutissa). Räpytyksistä epätäydellisiksi tulkittiin piilolasien käyttäjillä 37 % ja kontrolliryhmällä 19 %. Kyynelnesteen hajoamisaika oli keskimäärin nopeampi piilolasin päältä mitattuna, kuin paljaasta silmästä mitattuna. Oireettomilla piilolasien käyttäjillä huomattiin pidempi kyynelnesteen hajoamisaika (PL-NIBUT-arvo  $11,3 \pm 9,7$ ) kuin kohtalaisesti (PL-NIBUT  $5,9 \pm 2,5$ ) ja vakavasti (PL-NIBUT  $5,8 \pm 2,0$ ) kuivasilmäoireista kärsivillä. Tulokset noudattivat samaa kaavaa myös ei-piilolasien käyttäjien keskuudessa. Suurta vaihtelua huomattiin lievästi ja vakavasti oireilevien ei-piilolasien käyttäjien välillä (NIBUT  $15,0 \pm 10,8$  ja  $7,4 \pm 3,3$  s). Lipidikerrosta tarkkaillaessa selvästi yleisin kuvio oli verkkomainen. Lipidikuvioiden ja kuivasilmäisyyden oireiden välillä ei havaittu merkittävää yhteyttä. Kyynelnesteen määrä oli vähäisempi piilolasien käyttäjillä ( $0,24 \pm 0,08$  mm), kuin kontrolliryh-

mällä ( $0,29 \pm 0,14$  mm). Kontrolliryhmään ( $0,29 \pm 0,14$  mm) ja lievästi oireileviin ei-piilolasien käyttäjiin ( $0,29 \pm 0,07$  mm) verrattuna vakavasti oireilevilla piilolasien käyttäjillä oli vähäisempi kyynelnesteen määrä ( $0,22 \pm 0,09$  mm). (Pereira ym. 2025.)

### **Tutkimus 7: Verigradienttirakenteen rooli ohuen vesikerroksen hajoamisen estämisessä pehmeissä silikonihydrogeelipiilolaseissa**

Fujimoto, Ochi, Yamashita, Inoue ja Kiryu 2021 tutkimukseen osallistui 50 piilolasien käyttäjää, joista 10 oli miehiä ja 40 naisia. Osallistujien tuli olla vähintään 20-vuotiaita ja korjatun näöntarkkuuden täytyi olla kauas vähintään 0.8 kummassakin silmässä. Tutkittavilla ei saanut olla silmän pintasairauksia eikä tehty silmiin kohdistuvia leikkauksia. Tutkittavista 25 käytti delefilcon A ja 25 narafilcon A -piilolaseja, jotka molemmat ovat pehmeitä kertakäyttöisiä silikonihydrogeelejä. Delefilcon A:n ydinosa sisältää 33 % vettä ja pintakerros 80 % vettä. Sen vesigradienttitekniologia huomioi erityisesti hyvän hapenläpäisevyyden tarkoituksena minimoida piilolaseihin liittyviä pintaongelmia. Tutkimuksessa haluttiin selvittää parantaako vesigradienttitekniologian omaava delefilcon A kyynelnesteen vakautta verrattuna perinteisempään narafilcon A -silikonihydrogeeliin, jonka vesipitoisuus on 46 %. (Fujimoto & Ochi & Yamashita & Inoue & Kiryu 2021.)

Tutkimuksessa kerättiin tietoa ohuen vesikerroksen hajoamisesta kyynelnesteen ei-invasiivisesta hajoamisajasta, kyynelmeniskin korkeudesta, subjektiivisesta kuivuudesta ja korkean asteen aberraatioista. Mittaukset tehtiin ensin paljaasta silmästä ja ensimmäisellä käynnillä 15 minuuttia piilolasin laittamisen jälkeen. Toinen mittauskäynti pidettiin  $30 \pm 5$  päivää piilolasien käytön aloittamisesta, jolloin piilolasia oli pidetty vähintään 5 tuntia ennen mittausta. Piilolaseja pidettiin kerralla 5–12 tuntia 5–7 päivänä viikossa. Huoneenlämpötilan tuli olla  $23\text{--}25^\circ\text{C}$  ja ilmankosteuden  $30\text{--}40$  % välillä. (Fujimoto ym. 2021.)

Tutkimustuloksista huomattiin, että keskimääräinen ohuen vesikerroksen hajoamisprosentti (TALB) oli reilusti pienempi delefilcon A:ta käyttävillä kuin narafilcon A:ta käyttävillä. TALB-arvo oli 15 minuutin piilolasien käytön jälkeen 33,3 % delefilcon A:ta käyttävillä ja 88,5 % narafilcon A:ta käyttävillä. Toisella mittauskäynnillä piilolasit olivat olleet silmissä vähintään 5 tuntia, jolloin TALB-arvot olivat 31,7 % delefilcon A:ta käyttävillä ja 80,4 % narafilcon A:ta käyttävillä. Keskimääräisessä kyynelnesteen hajoamisajassa (NIBUT) huomattiin myös eroja käytetyn piilolasin välillä. Delefilcon A:ta käyttävien kyy-

nelnesteen hajoamisaika oli huomattavasti pidempi. NIBUT-arvo oli 15 minuutin piilolasien käytön jälkeen  $4,2 \pm 2,2$  s delefilcon A:ta käyttävillä ja  $3,0 \pm 1,6$  s narafilcon A:ta käyttävillä. Toisella käynnillä arvot olivat  $4,1 \pm 2,4$  s (delefilcon A) ja  $2,7 \pm 1,6$  s (narafilcon A). Keskimääräinen kyynelmeniskin korkeus (TMH) ilman piilolasia oli  $0,27 \pm 0,07$  mm delefilcon A:ta käyttävillä ja  $0,25 \pm 0,07$  mm narafilcon A:ta käyttävillä. Tutkimuksessa kerrotaan ja diagrammeissa esitetään, että kyynelnesteiden määrä laski molemmissa ryhmissä molemmilla mittauskerroilla. Tutkimuksessa ei kerrota tarkkoja arvoja, mutta diagrammista nähdään, että kyynelnesteiden määrän pieneneminen oli merkittävästi suurempaa ja määrä laski pienemmäksi delefilcon A:ta käyttävillä, kuin narafilcon A:ta käyttävillä. (Fujimoto ym. 2021.)

Subjektivisessa kuivuuden kokemuksessa ei ollut havaittavissa suurempia eroja piilolasien välillä kummallakaan tutkimuskäynnillä. Korkeamman asteen aberraatiossa (HOA-arvot), joka kuvaa näön laatua, ei havaittu merkittäviä eroja piilolasien välillä paljaasta silmästä mitattuna. Kuitenkin delefilcon A:ta käyttävillä ero paljaan silmän ja piilolasin käytön jälkeen oli suurempi, kuin narafilcon A:ta käyttävillä, joilla käyntien välillä ei juuri ollut eroa. Delefilcon A:ta käyttävillä HOA-arvo laski, kun vertailtiin paljaasta silmästä ja piilolasin käytön jälkeisiä arvoja. Delefilcon A:n käyttäjillä keskiarvoiset HOA-arvo paljaasta silmästä mitattuna olivat  $0,39 \pm 0,18$ , 15 minuuttia piilolasien käytön jälkeen  $0,34 \pm 0,15$  ja toisella käynnillä  $0,35 \pm 0,13$ . (Fujimoto ym. 2021.)

### **Tutkimus 8: Piilolasia edeltävän kyynelfilmin vakauden vertailu ja arviointi erilaisilla ei-invasiivilla in vivo -menetelmillä**

Itokawa, Suzuki, Iwashita ja Hori 2020 tutkimukseen osallistui 20 pehmeiden kosmeettisten piilolasien käyttäjää. Kaikki osallistujat olivat naisia ja puolet heistä käyttivät narafilcon A ja puolet samfilcon A pehmeää kertakäyttöistä silikonihydrogeeli-piilolasia. Samfilcon A sisältää enemmän kostuvaa materiaalia kuin narafilcon A. Tutkimukseen valittiin henkilöitä, jotka käyttivät piilolaseja yli 5 päivää viikossa eivätkä kokeneet kuivasilmäisyyden oireita. Tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida piilolasia edeltävän kyynelnesteiden vakautta piilolasien käyttäjillä. (Itokawa & Suzuki & Iwashita & Hori 2020.)

Tutkimuksessa arvioitiin kyynelnesteiden hajoamiskuviota (BUP) ja kyynelnesteiden ei-invasiivista hajoamisaikaa (NIBUT). Myös näöntarkkuudet mitattiin ja tutkittavien subjektiivisia oireita arvioitiin kuivasilmäisyyskyselylomakkeen avulla. Kyynelnesteiden vakau-

den arvioinnissa käytettiin kyynelnesteinterferometriä DR-1  $\alpha$ . Kyynelnesteen hajoamisaikaa piilolasin kanssa ja ilman arvioitiin Keratograph 5M-laitteella. (NIK BUT-arvo). (Itokawa ym. 2020.)

Tutkimus jaettiin kahteen kokeeseen. Kokeessa 1 arvioitiin interferometriä ja videokeratografian välistä yhteyttä. Kokeessa ensin yksi henkilö käytti kahta eri piilolasia, jossa toisessa pigmentti oli piilolasin etupinnalla ja toisessa takapinnalla. Tämän jälkeen tutkittiin kyynelnesteen vakautta kahden eri piilolasin välillä. Näissä piilolaseissa pigmentti oli piilolasin etupinnalla. Mittauksia tehtiin ilman piilolasia, piilolaisin päältä 15 minuuttia piilolasin käytön jälkeen sekä 15 minuutin piilolasin poisottamisen jälkeen. Kokeessa 2 arvioitiin piilolasia edeltävän kyynelnesteen vakautta Samfilcon A ja Narafilcon A piilolaseilla. Kokeessa arvioitiin myös näöntarkkuutta ja käyttäjien kokemia subjektiivisia oireita. Mittaukset tehtiin kolmena päivänä 8 tunnin piilolasin käytön jälkeen. (Itokawa ym. 2020.)

Suolaliuoksen ja piilolasin pinnan välinen kosketuskulma oli alhaisempi samfilcon A:n käyttäjillä, kuin narafilcon A:n käyttäjillä (keskiarvo 7,80 ja 8,52). Tämä kertoo siitä, että samfilcon A sisältää enemmän kostuvaa materiaalia, kuin narafilcon A. Kyynelnesteen ei-invasiivinen interferometriä hajoamisaika (NIBUT) oli huomattavasti alhaisempi narafilcon A:lla kuin samfilcon A:lla (ka. 2,77 ja 4,52 s). NIK BUT-arvot eli kyynelnesteen ei-invasiiviset keratografian hajoamisajat olivat samfilcon A:lla alhaisemmat kuin narafilcon A:lla. NIK BUT-first-arvot olivat samfilcon A:lla ka. 8,15 s ja narafilcon A:lla ka. 11,29 s. NIK BUT-average-arvot puolestaan olivat samfilcon A:lla ka. 13,08 s ja narafilcon A:lla ka. 16,35 s. Hajoamiskuviot puolestaan luokiteltiin puutteelliseen vesipitoisuuden tyyppiin, heikentyneeseen kostuvuustyyppiin ja lisääntyneeseen haihtumistyyppiin. Puutteellisen vesipitoisuuden osuudet olivat samfilcon A:lla 30 % ja narafilcon A:lla 70 %. Heikentyneen kostuvuuden osuudet olivat samfilcon A:lla 10 % ja narafilcon A:lla 30 %. Lisääntyneen haihtumisen osuudet olivat samfilcon A:lla 60 % ja narafilcon A:lla 0 %. Osallistujien subjektiivisissa kuivasilmäisyyden oireissa ei huomattu merkittäviä eroja piilolasien välillä. (Itokawa ym. 2020.)

### **Tutkimus 9: Ensimmäisen ja toisen sukupolven silikonihydrogeelipiilolasien käytön vaikutukset kyynelnesteen osmolaarisuuteen**

Iskeleli, Karakoc, Ozkok, Arici, Ozcan ja Ipcioglu 2013 tutkimuksessa vertailtiin ensimmäisen sukupolven lotrafilcon A ja toisen sukupolven lotrafilcon B -silikonihydrogeelipiilolasien käytön vaikutusta kyynelneesten osmolaarisuuteen kolmen kuukauden piilolasien käytön jälkeen. Lotrafilcon A -silikonihydrogeelipiilolaseilla on korkeampi jäykkyyshmoduuli sekä alhaisempi vesipitoisuus, kun toisen sukupolven silikonihydrogeelipiilolaseilla. Lotrafilcon B -silikonihydrogeelipiilolasilla on korkeampi vesipitoisuus ja alhaisempi jäykkyyshmoduuli sekä alhaisempi hapenläpäisevyys. (Iskeleli & Karakoc & Ozkok & Arici & Ozcan & Ipcioglu 2013.)

Tutkimukseen osallistui yhteensä 34 tutkittavaa, jotka jaettiin kahteen eri tutkimusryhmiin. Tutkittavat eivät olleet aikaisemmin käyttäneet piilolaseja. Ryhmässä 1 oli 16 tutkittavaa, joista 10 naista ja 6 miestä ja joiden keski-ikä oli 25,9 vuotta. Ryhmä 1 valittiin satunnaisesti käyttämään ensimmäisen sukupolven lotrafilcon A -piilolaseja. Ryhmässä 2 oli 18 tutkittavaa joista 10 naista ja 8 miestä ja joiden keski-ikä oli 25,4 vuotta. Ryhmä 2 valittiin satunnaisesti käyttämään toisen sukupolven lotrafilcon B -piilolaseja. Tutkittavilta otettiin näyte kyynelneesteestä ennen piilolasien käyttöä ja näytteestä mitattiin kyynelneesten osmolaarisuus. Tutkittavat käyttivät piilolaseja kolme kuukautta päivittäisessä käytössä. Kolmen kuukauden seurannan jälkeen kyynelneesten osmolaarisuus mitattiin uudelleen. Kyynelneesten näytteet kerättiin samaan vuorokauden aikaan eli kello 13–15 välillä, jotta vuorokausivaihtelut voidaan poissulkea tuloksista. Kyynelneesten osmolaarisuuden tulokset ilmoitetaan milliosmoleina (mOsm). Tutkittavilta arvioitiin myös kyynelneesten määrää Schirmer-testillä ja kyynelneesten hajoamisaikaa fluoresiinin avulla. Hajoamisaika mitattiin yhteensä kolme kertaa ja analysoinnissa käytettiin mittausten keskiarvoa. (Iskeleli ym. 2013.)

Kyynelneesten osmolaarisuudessa havaittiin arvojen nousua ennen ja jälkeen piilolasien käytön. Ennen piilolasien käyttöä kyynelneesten osmolaarisuuden keskiarvo oli ryhmällä 1  $305,02 \pm 49,08$  mOsm ja ryhmällä 2  $284,66 \pm 30,18$  mOsm. Piilolasien käytön jälkeen keskiarvo oli ryhmällä 1  $317,74 \pm 60,23$  mOsm ja ryhmällä 2  $298,40 \pm 37,77$  mOsm. Prosentuaalisesti kyynelneesten osmolaarisuuden kasvu oli ryhmällä 1 4,2 % ja ryhmällä 2 4,8 %. (Iskeleli ym. 2013.)

Schirmer-testin keskiarvo ennen piilolasien käyttöä oli ryhmällä 1  $16,7 \pm 4,1$  mm ja ryhmällä 2  $17,2 \pm 4,0$  mm. Piilolasien käytön jälkeen arvo oli ryhmällä 1  $15,9 \pm 3,40$  mm ja ryhmällä 2  $16,5 \pm 2,90$  mm. Kyynelneesten hajoamisajan tuloksen keskiarvo oli ennen piilolasien käyttöä ryhmällä 1  $12,1 \pm 3,20$  s ja ryhmällä 2  $13,2 \pm 3,25$  s. Piilolasien käytön jälkeen arvo oli ryhmällä 1  $12,4 \pm 3,20$  ja ryhmällä 2  $13,6 \pm 3,30$ . Kyynelneesten

poikkeavana hajoamisaikana pidetään alle 10 sekunnin tulosta ja Schirmer-testin alle 10 mm kostumista. (Iskeleli ym. 2013.)

### **Tutkimus 10: Kahden viikon senofilcon A -silikonihydrogeelipiilolasin päivittäisen käytön vaikutukset kyynelnesteen toimintaan ja silmän pinnan terveydentilaan**

Dogru, Ward, Wakamatsu, Ibrahim, Schnider, Kojima, Matsumoto, Ogawa, Shimazaki ja Tsubota 2011 tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia senofilcon A -silikonihydrogeelipiilolasin kahden viikon päivittäisen käytön vaikutuksia kyynelnesteeseen, silmän pintaan ja näöntarkkuuteen. Tutkimukset tehtiin ennen piilolasien käyttöä ja kaksi viikkoa käytön aloittamisen jälkeen osallistujien oikealle silmälle. Osallistujat käyttivät piilolaseja 12 h päivässä kahden viikon ajan. Piilolasien käyttö lopetettiin 14. päivän iltana ja mittaukset suoritettiin seuraavana aamuna ilman piilolaseja. (Dogru ym. 2011.)

Tutkimukseen osallistui 17 tutkittavaa, joista 7 oli naisia ja 10 miehiä ja tutkittavien keski-ikä oli  $29,2 \pm 7,4$  vuotta. Tutkimukseen valittiin osallistujia, jotka eivät olleet aikaisemmin käyttäneet piilolaseja. Tutkittavilla ei saanut olla silmäsairauksia tai systeemisiä sairauksia, joilla voi olla vaikutus silmän pinnan sairauksiin. Myös kuivasilmäisyys ja tupakointi olivat esteitä tutkimukseen osallistumiselle. Tutkimuksessa arvioitiin kyynelnesteen haihtumista ja hajoamisaikaa, kyynelnesteen lipidikerroksen interferometriaa, silmän pinnan värjäytymiä sekä Schirmer-testi. Lopuksi tehtiin myös harjasytologiatutkimuksia, joita emme käsittele tässä opinnäytetyössä tarkemmin. Tutkimuksessa arvioitiin myös piilolasien käyttömukavuutta. (Dogru ym. 2011.)

Yksikään tutkittavista ei kokenut käytön epämukavuutta ja 80 % koki silmät kosteuteksi piilolasien käytön aikana. Näöntarkkuuksissa ei huomattu eroa kahden viikon käytön jälkeen. Räpytystiheydessä ei myöskään huomattu merkittävää eroa ennen ja jälkeen käytön (ka. 14 ja 12 räpytystä minuutissa). Kyynelnesteen hajoamisaika puolestaan lyheni merkittävästi  $10,6 \pm 2,9$  sekunnista  $7,9 \pm 2,3$  sekuntiin. Schirmerin testissä, kyynelnesteen haihtumisnopeudessa, lipidikerroksen interferometriassa ja sarveiskalvon värjäytymissä ei huomattu merkittäviä eroja. Schirmerin-testin mediaani ennen ja jälkeen piilolasien käytön on 14 ja vaihteluväli 7–35. Kyynelnesteen haihtumisnopeuden mediaanit ovat 4,1 ja 4,2 ja vaihteluvälit 2,3–7,2 ja 2,5–6,5. Lipidikerroksen interferometriassa mediaanit olivat 4,1 ja 4,2 ja vaihteluväli 2,4–7,2 ja 2,5–6,5. (Dogru ym. 2011.)

## 8 Tutkimustulosten yhteenveto

### Kyynelnesteen hajoamisaika eli NIBUT

Montani ja Martino 2020 tutkimuksessa NIBUT-arvo laski merkittävästi lähtötasoon verrattuna sekä 20 minuutin, että 8 tunnin piilolasien käyttöajan jälkeen. Nesofilcon A -hydrogeelipiilolasilla havaittiin kuitenkin vähemmän vaikutusta kyynelnesteen hajoamisaikaan ensimmäisen sekä toisen viikon lopussa, kun silikonihydrogeelipiilolaseilla. Yokoi ym. 2023 tutkimuksessa NIBUT-arvo laski piilolasien käytön jälkeen, joka mitattiin 15 minuutin käyttöajan kuluttua tavanomaisilla silikonihydrogeelipiilolaseilla. Delefilcon A -piilolasin käytön jälkeen NIBUT-arvo nousi 15 minuutin käyttöajan jälkeen. Capote-Puente ym. 2022 tutkimuksessa ensimmäinen NIBUT-arvo laski lievästi, kun NIBUT-arvo mitattiin ennen piilolasien käyttöä ja 30 minuutin käyttöajan jälkeen. Kuitenkin keskimääräinen NIBUT-arvo nousi merkittävästi ennen piilolasien käyttöä mitatusta arvosta 30 minuutin käyttöajan jälkeen mitattuun arvoon verrattuna. Misu ym. 2024 tutkimuksessa NIBUT-arvo mitattiin ennen verifilcon A -piilolasien käyttöä sekä viikon ja neljän viikon käyttöajan jälkeen piilolasin päältä. Arvo nousi merkittävästi viikon käyttöajan jälkeen ja neljän viikon käyttöajan jälkeen havaittiin myös NIBUT-arvon pidentyminen. Pereira ym. 2025 tutkimuksessa havaittiin oireettomilla piilolasikäyttäjillä huomattavasti pidempi NIBUT-arvo kuin kuivasilmäoireista kärsivillä. Suurin vaihtelu huomattiin lievästi ja vakavasti kuivasilmäoireista kärsivien ei-piilolaseja käyttävien tutkittavien välillä. Fujimoto ym. 2021 tutkimuksessa huomattiin delefilcon A -piilolasin käyttäjillä huomattavasti pidempi NIBUT-arvo 15 minuutin piilolasien käyttöajan jälkeen, kun narafilcon A -piilolasien käyttäjillä ensimmäisellä sekä toisella tutkimuskäynnillä. Itokawa ym. 2020 tutkimuksessa NIBUT-arvot olivat huomattavasti alhaisemmat narafilcon A -piilolasilla kuin samfilcon A -piilolasilla. Iskeleli ym. 2013 tutkimuksessa havaittiin kolmen kuukauden seurantajakson jälkeen NIBUT-arvossa kohtalaisen pieni nousu. Dogru ym. 2011 tutkimuksessa NIBUT-arvo lyheni merkittävästi, kun piilolaseja käytettiin kahden viikon ajan 12 tuntia päivässä.

### Kyynelmeniski

Montani ja Martino 2020 tutkimuksessa kyynelmeniskissä ei huomattu muutoksia 20 minuutin piilolasien käytön jälkeen. Määrä kuitenkin pieneni merkittävästi delefilcon A ja stenfilcon A -silikonihydrogeeleillä, kun piilolaseja oli käytetty 8 h. Yokoi ym. tutkimuksessa 2023 kyynelmeniski pieneni kaikilla piilolaseilla jo 15 minuutin käytön jälkeen eikä tutkimuksessa käytettyjen piilolasien välillä huomattu merkittäviä eroja. Pereira ym. 2025 tutkimuksessa kyynelmeniski oli pienempi piilolasien käyttäjillä verrattuna

kontrolliryhmään, joka ei käyttänyt piilolaseja. Myös Fujimoto ym. 2021 tutkimuksessa kyynelnesteen määrä pieneni piilolasien käytön myötä ja pieneneminen on merkittävästi suurempaa defilcon A:n käyttäjillä kuin narafilcon A:n käyttäjillä. Capote-Puente ym. 2022 tutkimuksessa kyynelmeniskissä ei puolestaan huomattu juurikaan muutosta 30 minuutin piilolasien käytön jälkeen verrattuna lähtötilanteeseen.

### **Käyttömukavuus**

Rhendy ym. 2024 tutkimuksessa sekä päivkäyttäjien, että pidempään käyttävien ryhmässä 30 % tunsi vierasesineen tunnetta ja 10 % tunsi silmien kuivuutta piilolasien käytön yhteydessä. Misu ym. 2024 tutkimuksessa puolestaan käyttömukavuus koettiin parempana kuin mitä se oli ennen käytön aloitusta arvioitu ja tutkittavat olivat tyytyväisempiä käyttöön, kuin olivat lähtötilanteessa arvioineet. Fujimoto ym. 2021 ja Itokawa ym. 2020 tutkimuksissa kuivasilmäisyyden tunteen kokemisessa ei havaittu merkittäviä eroja tutkimuksissa käytettyjen piilolasien välillä. Dogru ym 2021 tutkimuksessa kukaan tutkittavista ei kokenut käytön epämukavuutta ja 80 % koki silmänsä kosteutetuiksi käytön aikana.

### **Näönlaatu**

Montani ja Martino 2020 tutkimuksessa havaittiin, että silikonihydrogeelit aiheuttivat enemmän sirontaa 8 h käytön jälkeen verrattuna hydrogeelipiilolaseihin. Fujimoto ym 2021 tutkimuksessa näönlaatua kuvaavissa korkeamman asteen aberraatioissa ei havaittu merkittäviä eroja piilolasien välillä paljaasta silmästä mitattuna. Kuitenkin defilcon A:n käyttäjillä, joilla arvo laski, ero oli suurempi, kuin narafilcon A:ta käyttävillä, joilla eroa ei juurikaan havaittu. Dogru ym. 2011 tutkimuksessa puolestaan ei huomattu eroa näöntarkkuuksissa kahden viikon piilolasin käytön jälkeen.

### **Räpytys**

Pereira ym. 2025 tutkimuksessa räpytystiheys nopeutui piilolasien käyttäjillä kuivasilmäisyyden oireiden vaikeusasteen kasvaessa. Myös räpytysten epätäydellisyys oli huomattavasti suurempaa piilolasien käyttäjillä verrattuna oireettomaan kontrolliryhmään, jotka eivät käyttäneet piilolaseja. Dogru ym. 2011 tutkimuksessa räpytystiheydessä ei huomattu merkittävää eroa kahden viikon piilolasien käytön jälkeen.

## Lipidikerroksen muutokset

Yokoi ym. 2023 tutkimuksessa havaittiin pienimmät lipidikerroksen kuvion muutokset defilcon A -piilolasilla. Capote-Puente ym. 2022 tutkimuksessa lipidikerroksen paksuuden muutos laski luokasta 2 luokkaan 0, 30 minuutin piilolasien käytön jälkeen. Pereira ym. 2025 tutkimuksessa yleisin lipidikerroksen kuviointi oli verkkomainen, mutta kuvioinnin ja kuivasilmäoireiden välillä ei havaittu merkittävää yhteyttä toisiinsa. Ito-kawa ym. 2020 tutkimuksessa tutkittiin kyynelneesten hajoamiskuviota. Puutteellisen vesipitoisuuden osuudet olivat samfilcon A:lla 30 % ja narafilcon A:lla 70 %. Heikentynyt kostuvuus oli samfilcon A:lla 10 % ja narafilcon A:lla 30 %. Lisääntyneen haihtuvuuden osuudet olivat samfilcon A:lla 60 % ja narafilcon A:lla 0 %. Dogru ym. 2011 tutkimuksessa ei havaittu merkittävää eroa lipidikerroksen muutoksissa kahden viikon käyttöajan jälkeen.

## Schirmer

Kyynelneesten määrää Schirmer-liuskoilla tutkittiin Iskeleli ym. 2013 tutkimuksessa sekä Dogru ym. 2011 tutkimuksessa. Iskeleli ym. 2013 tutkimuksessa havaittiin kyynelneesten määrän lasku, mutta tulos oli kuitenkin normaalin tuloksen rajoissa. Dogru ym. 2011 tutkimuksessa ei huomattu eroa ennen ja jälkeen piilolasien käyttöä

## Kyynelneesten osmolaarisuus

Kyynelneesten osmolaarisuutta tutkittiin Montanin ja Martinon 2020 tutkimuksessa sekä Iskeleli ym. 2013 tutkimuksessa. Montanin ja Martinon tutkimuksessa 2020 ei havaittu merkittävää eroa osmolaarisuudessa eri piilolasien tai käyttöajan välillä. Iskeleli ym. 2013 tutkimuksessa osmolaarisuus kasvoi kolmen kuukauden piilolasien käytön jälkeen hieman alle 5 % kummallakin tutkittavien ryhmällä.

## 9 Pohdinta

Alkuperäinen opinnäytetyömme aihe koski pehmeiden piilolasimateriaalien yhteyttä kuivasilmäisyyteen. Rajasimme kuitenkin aihetta käsittelemään kyynelneesten muutoksia pehmeiden piilolasien käytössä, sillä juuri kyynelneesten ominaisuudet ovat suoraan yhteydessä kuivasilmäisyyteen. Kuivasilmäisyys on yleinen sekä lisääntyvä vaiva ja optometristeinä tapaamme työssämme lähes päivittäin kuivasilmäisyydestä kärsiviä asi-

akkaita. Halusimme tutkia tarkemmin kyynelnesteen eri ominaisuuksia ja niiden muutoksia pehmeiden piilolasien käytössä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on syventää osaamistamme palvella kuivasilmäisyydestä kärsiviä piilolasikäyttäjiä sekä lisätä tietoa miten pehmeät piilolasit voivat vaikuttaa kyynelneesteeseen.

Aloitimme opinnäytetyön suunnitteluvaiheen syksyllä 2024. Käsittelimme muutamia eri vaihtoehtoja opinnäytetyömme aiheeksi ja lopullinen aihe tarkentui keväällä 2025. Kevään aikana kokosimme teoreettista viitekehystä ja kirjoitimme sitä kevään sekä syksyn 2025 aikana. Teoreettisessa viitekehyksessä käsittelemme työmme kannalta tärkeimmät silmän etuosan rakenteet, kyynelnesteen rakenteen, kuivasilmäisyyden pääpiirteet sekä pehmeiden piilolasien materiaaleja ja ominaisuuksia. Aineiston haku toteutettiin syksyllä 2025 ja myös teoreettinen viitekehys muokattiin sen lopulliseen muotoon saamiemme hakutulosten pohjalta. Tutkimusten tulokset avattiin ensin omaan osioonsa ja sen jälkeen tulokset koottiin yhteen. Pohdinnan kirjoittaminen oli työn viimeinen vaihe ja työhön liittyvät viimeistelyt tehtiin ennen opinnäytetyön palautusta lokakuun 2025 lopussa.

Kyynelneestettä ja kuivasilmäisyyttä voidaan tutkia monella eri tutkimusmenetelmällä, joten hakulausekkeen tuli olla riittävän väljä, jotta saisimme mahdollisimman monesta eri tutkimusmenetelmästä tietoa. Ennakko-oletuksemme hakutuloksista oli, että erilaisia tutkimuksia löytyy paljon, jotka käsittelevät pehmeiden piilolasien vaikutusta kyynelnesteen ominaisuuksiin. Ennakko-oletus osui oikeaksi ja muodostamamme hakulauseke tuotti paljon tuloksia. Aineistohaku tuotti kuitenkin paljon myös aiheeseemme kuulumattomia tuloksia etenkin ProQuest-tietokannasta. Aineistohaku tuotti lopulta tuloksia lähinnä silikonihydrogeelipiilolaseista ja hydrogeelipiilolasien osalta hakutulokset jäivät hyvin suppeaksi. Analysoitaviksi tutkimuksiksi valikoitui yhteensä 10 tutkimusta neljästä eri tietokannasta. Käytimme rajauksissa sisäänotto- ja poissulkukriteereitä ja suodattimme pois kaikki ennen 2010 vuotta tehdyt tutkimukset, jotta analysoitava tieto olisi mahdollisimman ajankohtaista. Muut tietokannat mitä käytimme aineiston haussa, oli PudMed, ScienceDirect sekä MEDLINE. Kaikista tietokannoista löytyy tieteellisiä julkaisuja ja tutkimuksia, joten aineistojen tietoa voidaan pitää luotettavana.

Emme ottaneet hakusanoihin mukaan kuivasilmäisyyttä tai piilolaseihin liittyvää käyttömukavuutta, mutta onneksemme monissa tutkimuksissa arvioitiin ja pohdittiin myös näitä asioita. Saimme tutkimuksista sellaisen käsityksen, että piilolasien käyttöön liittyvää epämukavuutta ja kuivasilmäisyyden oireita pidetään ongelmina, joihin pyritään vastaamaan piilolasimateriaalien ja rakenteiden kehityksellä. Opinnäytetyöhömme pää-

tyneet tutkimukset on julkaistu pääasiassa viimeisen 5 vuoden aikana, joten tutkimustieto on ajantasaista ja kertoo piilolasien käyttöön liittyvien ongelmien ratkaisemisen ajankohtaisuudesta.

Tutkimuksissa käytettyjen piilolasien materiaalityypit, ominaisuudet sekä valmistuksessa käytetty teknologia vaihtelevat. Kyynelneesten tutkimusmenetelmistä yleisimmät valikoiduissa aineistoissa ovat kyynelneesten hajoamisaika, kyynelmeniskin korkeus sekä piilolasien käyttömukavuus. Muita tutkittavia kyynelneesten ominaisuuksia ovat lipidikerroksen muutokset, näönlaatu, räpytystiheys, Schirmer sekä kyynelneesten osmolaarisuus. Yksittäisissä tutkimuksissa on myös tutkittu sidekalvon punoitusta, luomien avautumisaikaa, musiinin 5AC-tasojen muutosta sekä kyynelneesten koostumusta mittaavaa ferning-testiä. Näitä yksittäisiä tutkimustuloksia emme pystyneet vertailemaan opinnäytetyössämme, koska meillä ei ollut tuloksille vertailukohdetta.

Hypotesimme oli, että silmän pinnalle asetettu piilolasi vaikuttaa kyynelneesten vakauteen negatiivisesti. Suurinta hajontaa ja epäselvyyttä aiheuttivat tutkimuksissa mitatut kyynelneesten hajoamisajat (NIBUT). Osassa tutkimuksista piilolasin käyttö laski NIBUT aikaa verrattuna paljaaseen silmään, kun taas osassa tulos nousi. Emme löytäneet tutkimusten ristiriitaisuudelle suoraa selitystä. Tutkimuksissa oli kuitenkin käytetty eri piilolaseja, joten piilolasimateriaali- ja rakenne tuntuvat vaikuttavat kyynelneesten hajoamisaikaan merkittävästi. Myös piilolasien käyttöajat ennen tutkimuksia vaihtelivat. Muuten tutkimustulokset olivat yhtä mieltä siitä, että kyynelneesten ominaisuuksiin liittyvät arvot laskevat tai pysyvät melko muuttumattomina piilolasin käytön jälkeen verrattuna paljaasta silmästä mitattuihin arvoihin. Tutkimuksissa oli käytetty erilaisia pehmeitä piilolaseja ja toisilla piilolaseilla jotkut arvot saattoivat laskea huomattavasti ja toisilla ero ei ollut niin merkittävä. Tämä kertoo siitä, että piilolasimateriaalilla ja rakenteella on vaikutusta kyynelneesteessä tapahtuviin muutoksiin. Myös mittaustavalla, tutkimuksen toteutustavalla ja otannalla on vaikutusta, joten tulokset eivät ole täysin verrattavissa ja niitä täytyy tulkita harkiten.

Kyynelmeniskin korkeutta mitattiin Montanin ja Martinon 2020, Yokoi ym. 2023, Pereira ym. 2025 sekä Capote-Puente ym. 2022 tutkimuksissa. Kaikissa tutkimuksissa havaittiin piilolasin käytön jälkeen kyynelmeniskin korkeuden alentuminen, joka tukee ajatusta piilolasien vaikuttavan myös kyynelneesten määrään eikä vain laatuun. Capote-Puente ym. 2022 tutkimuksessa ei kuitenkaan huomattu juurikaan eroa mittausten välillä ja tutkimuksessa oli käytössä vesigradientiteknologialla varustettu silikonihydrogeelipiilolasi. Lipidikerroksen muutoksia tutkittaessa Capote-Puente ym. 2022 kuitenkin

havaittivat 30 minuuttia piilolasien käytön jälkeen lipidikerroksen paksuuden muutoksen luokasta 2 luokkaan 0. Lipidikerroksen arvioinnissa käytetyssä taulukossa luokka 0 tarkoittaa ohuinta lipidikerrosta. Yokoi ym. 2023 tutkimuksessa puolestaan havaittiin pienimmät lipidikerroksen muutokset vesigradienttipiilolaseilla. Kyynelneesten osmolaarisuuden kohoamista on pidetty yhtenä tärkeimmistä kuivasilmäisyyden merkeistä (Dartt ym. 2011:5–328). Tutkimuksista Montanin ja Martinon 2020 sekä Iskelelin ym. 2013 on tutkittu kyynelneesten osmolaarisuutta ennen ja jälkeen piilolasien käytön. Montanin ja Martinon 2020 tutkimuksessa ei havaittu eroa, mutta Iskeleli ym. 2020 tutkimuksessa havaittiin kahdella tutkimusryhmällä kolmen kuukauden piilolasien käytön jälkeen hieman alle 5 % osmolaarisuuden arvon nousu. Kummatkin käyttöajat olivat lyhyitä, mutta jo kolmen kuukauden käyttöajan jälkeen voidaan havaita osmolaarisuuden kohoaminen kyynelneesteessä. Vaikka kyynelneesten ominaisuuksissa havaittiin muutoksia, piilolasien käyttömukavuudessa ei kuitenkaan huomattu suuria eroja. Ainoastaan Rhendy ym. 2024 tutkimuksessa molemmissa tutkimusryhmissä (pitkäaikaiset käyttäjät ja päiväkäyttäjät) jopa 30 % koki epämukavuuden tunnetta.

Yokoi ym. 2023, Capote-Puente ym. 2022, Misu ym. 2024 ja Fujimoto ym. 2021 tutkimuksissa nousi esille vesigradienttiteknologialla varustettu silikonihydrogeelipiilolasi. Vesigradienttiteknologialla varustetun piilolasin ytimen vesipitoisuus on 33 % ja pinnan vesipitoisuus 80 %. Sen rakenne mahdollistaa hyvän kostuvuuden ja voitelevuuden ja niillä on havaittu olevan positiivisia vaikutuksia käyttömukavuuteen verrattuna perinteisempiin silikonihydrogeeleihin. (Markoulli & Kolanu 2017:41–48.) Kaikki neljä tutkimusta osoittivat, että vesigradienttirakenne vaikuttaa kyynelneesteen dynamiikkaan. Rakenne vaikuttaa vähemmän kyynelneesten vakauteen ja parantaa käyttömukavuutta verrattuna perinteisempään silikonihydrogeeliin. Näin ollen tuloktamme on, että vesigradienttiteknologialla varustettu silikonihydrogeelipiilolasi voisi olla oiva valinta henkilölle, joka kokee kuivasilmäisyyttä tai piilolasien käytön epämukavuutta.

Opinnäytetyömme tutkimuskysymyksiä olivat ”Aiheuttaako pehmeiden piilolasien käyttö muutoksia kyynelneesteeseen?”, ”Millaisia muutoksia pehmeiden piilolasien käyttö aiheuttaa kyynelneesteeseen?” ja ”Onko piilolasimateriaalien välillä erilaisia vaikutuksia kyynelneesteeseen?”. Valittu aineisto vastasi siihen, millaisia muutoksia pehmeät piilolasit aiheuttavat kyynelneesteeseen. Osa tuloksista oli hieman eriäviä toisiinsa verrattuna, mutta eroja voidaan selittää muun muassa piilolasien käyttöajan sekä piilolasien materiaalien ja ominaisuuksien eroavaisuuksilla. Emme saaneet tarpeeksi tutkimustietoa vertaillaksemme hydrogeeli- ja silikonihydrogeelipiilolasien materiaalien eroavaisuuksia liittyen kyynelneesten ominaisuuksiin. Materiaalien osalta pystyimme

kuitenkin vertailemaan erilaisten silikonihydrogeelipiilolasien vaikutuksia. Siksi jatkotutkimusehdotuksemme olisikin tutkia, miten hydrogeeli- ja silikonihydrogeelipiilolasit materiaaleina vaikuttavat kyynelnesteeseen ja onko niiden välillä eroavaisuuksia. Jatkotutkimuksena olisi mielenkiintoinen myös tässä opinnäytetyössä yksittäisiksi tutkimuksiksi jääneiden sidekalvon punoituksen, musiinin muutosten ja kyynelnesteen koostumukseen liittyvien muutosten tutkiminen piilolasien käyttäjillä. Aineiston haussa meille tuli myös vastaan lääkkeitä silmän pintaan annostelevat piilolasit, joten myös niiden vaikutusta kuivasilmäisyyteen tai silmän pinnan terveyteen voisi olla mielenkiintoista tutkia.

## Lähteet

Abdulamier, Abdulamier A & Shaker, Lina M. & Al-Amiery, Ahmed A. 2024. Advancements in the chemistry of contact Lenses: Innovations and applications, Results in Chemistry 12, 101872. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221171562400568X>>

Alves, Milton & Kara-José, Newton & Nichols, Kelly K. 2004. The Importance of the Tear Film Evaluation in the Candidate for Contact Lens Wear. Contact Lenses in Ophthalmic Practice. s. 26–30.

Bennett, Edward S & Weissman, Barry A 2005. Hydrogel Contact Lens Follow-up Care and Problem Solving. Clinical Contact Lens Practice.s. 458–460.

Capote-Puente, Raul & Bautista-Llamas, María-José & Manzoni, Caterina & Sánchez-González, José-María 2022. Pre-Lens Tear Meniscus Height, Lipid Layer Pattern and Non-Invasive Break-Up Time Short-Term Changes with a Water Gradient Silicone Hydrogel Contact Lens. Life. vol. 12. no. 11. pp. 1710 <<https://www.proquest.com/central/docview/2734632360/DE544F68320C4FE2PQ/1?accountid=11363&source-type=Scholarly%20Journals>>

Chang, Angela Y, 2023. Biochemistry, Tear film. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK572136/>>

Chaudhary, Simmy & Ghimire, Deepak & Basu, Sayan & Agrawal, Vinay & Jacobs, Deborah S. & Shanbhag, Swapna S. 2023. Contact lenses in dry eye disease and associated ocular surface disorders. Indian J Ophthalmol. ;71(4):1142–1153. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10276711/>>

Collin, Joseph & Queen, Rachel & Zerti, Darin & Bojic, Sanja & Dorgau, Birthe & Moyses, Nicke & Molina, Marina Moya & Yang, Chunbo & Dey, Sunanda & Reynolds, Gary & Hussain, Rafiqul & Coxhead, Jonathan M & Lisgo, Steven & Henderson, Deborah & Joseph, Agatha & Rooney, Paul & Ghosh, Saurabh & Clarke, Lucy & Connon, Che & Haniffa, Muzlifah & Figueiredo, Francisco & Armstrong, Lyle & Lako, Majlinda, 2021. A single cell atlas of human cornea that defines its development, limbal progenitor cells and their interactions with the immune cells. Teoksessa Ocular Surface. Jul; 21:279–298. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8343164/>>

Dartt, Darlene A. & Bex, Peter & D'Amore Patricia & Dana, Reza & McLoon, Linda K. & Niederkorn, Jerry Y. (eds.) 2011. Structure and Function of the Tear Film, Ocular Adnexa, Cornea and Conjunctiva in Health and Pathogenesis in Disease. Teoksessa Ocular Periphery and Disorders. Elsevier Health Sciences. E-kirja. Luku 2:5–328

Dogru, Murat & Ward, Samantha K. & Wakamatsu, Tais & Ibrahim, Osama & Schnider, Cristina & Kojima, Takashi & Matsumoto, Yukihiro & Ogawa, Junko & Shimazaki, Jun & Tsubota, Kazuo 2011. The effects of 2 week senofilcon—A silicone hydrogel contact lens daily wear on tear functions and ocular surface health status, *Contact Lens and Anterior Eye*, 34 (2): 77-82 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1367048410001542>>

Donthineni Pragnya R & Doctor Mariya B, Shanbhag Swapna &, Kate Anahita & Galor Anat, Djalilian Ali R & Singh Swati & Basu Sayan. Aqueous-deficient dry eye disease: Preferred practice pattern guidelines on clinical approach, diagnosis, and management. *Indian J Ophthalmol*. 2023 Apr;71(4):1332–1347. <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37026265/>>

Fujimoto, Hisataka & Ochi, Shintaro & Yamashita, Tsutomu & Inoue, Yasushi & Kiryu, Junichi 2021. Role of the Water Gradient Structure in Inhibiting Thin Aqueous Layer Break in Silicone Hydrogel-Soft Contact Lens. *Transl Vis Sci Technol*. 10(11):5. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8419878/>>

Golden Mark I. & Meyer Jay J. & Zeppieri Marco & Bhupendra Patel C. 2024. Dry Eye Syndrome. Updated 2024 Feb 29. In: StatPearls. Treasure Island <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470411/>>

Herranz, Raul Martin & Herran Rosa M. Corrales (eds.) 2020. Ocular Surface: Anatomy and Physiology, Disorders and Therapeutic Care. Elsevier Health Sciences. Section 1 Anatomy and Physiology of the Ocular Surface. s. 3–80. E-kirja

Ishihara, Kazuhiko & Shi, Xinfeng & Fukazawa, Kyoko & Yamaoka, Tetsuji & Yao, George & Wu, James Yuliang 2023. Biomimetic-Engineered Silicone Hydrogel Contact Lens Materials. *ACS Appl Bio Mater*. 6(9):3600–3616. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10521029/>>

Iskeleli, Guzin & Karakoc, Yunus & Ozkok, Ahmet & Arici, Ceyhun & Ozcan, Omer & Ipcioglu, Osman 2013. Comparison of the effects of first and second generation silicone hydrogel contact lens wear on tear film osmolarity. *International Journal of Ophthalmology*, 6(5), 666–670. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3808918/#s4>>

Itokawa, Takashi & Suzuki, Takashi & Iwashita, Hiroko & , Hori, Yuichi 2020. Comparison and Evaluation of Prelens Tear Film Stability by Different Noninvasive in vivo Methods. *Clin Ophthalmol*. 14:4459–4468. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7762444/>>

Julkunen, Heikki 2022. Sjögrenin oireyhtymä (primäärinen). Lääkärikirja Duodecim. Terveyskirjasto. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00690>> Viitattu 9.10.2025

Kangasniemi, Mari & Utriainen, Kati & Ahonen, Sanna-Mari & Pietilä, Anna-Maija & Jääskeläinen, Petri & Liikanen, Eeva 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsenettyyn tietoon. *Hoitotiede* (4), 291–301.

Kari, Osmo 2009. Kuivasilmäisyys - lisääntyvä vaiva. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2009;125(8):845–54. <<https://www.duodecimlehti.fi/duo97991>> Viitattu 7.10.2025

Lin, Michael P. & John Park, D.J. & Harrison, Andrew R. 2011. The eyelids. Teoksessa Teoksessa Krachmer, Jay H. & Mannis, Mark J. & Holland, Edward J. *Cornea Fundamentals, Diagnosis and Management*, volume one, third edition. E-kirja. Luku 4:41–43.

Markoulli, Maria & Kolanu, Sailesh 2017, "Contact lens wear and dry eyes: challenges and solutions", *Clinical Optometry*, vol. 9, pp. 41–48. <<https://www.proquest.com/central/docview/2225295881/A575A86DD61D4072PQ/39?accountid=11363&source-type=Scholarly%20Journals>>

Marx, Sebastian & Eckstein, Julia & Sickenberger, Wolfgang 2020. Objective Analysis of Pre-Lens Tear Film Stability of Daily Disposable Contact Lenses Using Ring Mire Projection. *Clinical Optometry*, vol. 12. 203–211 <<https://www.proquest.com/central/docview/2470555660/A575A86DD61D4072PQ/9?accountid=11363&source-type=Scholarly%20Journals>>

McCulley, James P. & Shine, Ward E. 2003. Meibomian gland function and the tear lipid layer. *The Ocular Surface*. 97–106.

Misu, Naoko & Mimura, Tatsuya & Noma, Hidetaka & Shinbo, Koichiro 2024. Patient Satisfaction and Tear Film Break-Up Time After First-Time Wearing of Silicone Hydrogel Contact Lenses. *Cureus*. 16(1):e52516. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10874256/>>

Montani, Giancarlo & Martino, Maurizio 2020. Tear Film Characteristics During Wear of Daily Disposable Contact Lenses. *Clinical Ophthalmology*. vol. 14. 1521–1531 <<https://www.proquest.com/central/docview/2414116821/A575A86DD61D4072PQ/1?accountid=11363&source-type=Scholarly%20Journals>>

Musgrave, Christopher Stephen Andrew & Fang, Fengzhou 2019. Contact Lens Materials: A Materials Science Perspective. *Materials (Basel)*. 12(2):261. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6356913/>>

Narang Purvasha & Donthineni Pragnya Rao & D'Souza Sharon & Basu Sayan. Evaporative dry eye disease due to meibomian gland dysfunction: Preferred practice pattern guidelines for diagnosis and treatment. *Indian J Ophthalmol*. 2023 Apr;71(4):1348–1356.

Nelson, Daniel & Cameron, J. Douglas 2011. The conjunctiva: Anatomy and Physiology. Teoksessa Krachmer, Jay H. & Mannis, Mark J. & Holland, Edward J. *Cornea Fundamentals, Diagnosis and Management*, volume one, third edition. E-kirja. Luku 2:25–26.

Nichols, Kelly K. & Mousavi, Maryam 2022. Clinical Assessments of Dry Eye. Teoksessa Dry Eye Disease. Elsevier Health Sciences. Galor, Anat (ed.). E-kirja. Luku 2:15–25.

Oliveira, Ana Paula & Martinez-Perez, Clara 2025. Meta-Analysis of Materials and Treatments Used in Contact Lenses: Implications for Lens Characteristics. *Materials (Basel)*. 18(7):1445. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11989920/>>

Pereira, Eduardo Insua & Lira, Madalena & Sampaio, Ana Paula 2025. Tear Film Changes and Ocular Symptoms Associated with Soft Contact Lens Wear. *Vision (Basel)*. 9(2):27. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12015879/>>

Plugfelder, Stephen C & Stern, Michael E 2020. Biological Functions of Tear Film. *Jun 16*;197. <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32561483>>

Rehman, Ibraheem & Hazhirkarzar, Bitra & Patel, Bhupendra C. 2023. Anatomy, Head and Neck, Eye. *StatPearls*. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482428/>>

Rhee, Michelle K. & Jacobs, Deborah S. & Dhaliwal, Deepinder K. & Szczotka-Flynn, Loretta & Prescott, Christina R. & Jhanji, Vishal & Steinemann, Thomas L. & Koffler, Bruce H. & Jeng, Bennie H. 2022. Contact Lens Safety for the Correction of Refractive Error in Healthy Eyes. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice* 48(11):p 449–454, <[https://journals.lww.com/claojournal/fulltext/2022/11000/contact\\_lens\\_safety\\_for\\_the\\_correction\\_of.1.aspx](https://journals.lww.com/claojournal/fulltext/2022/11000/contact_lens_safety_for_the_correction_of.1.aspx)>

Rhendy, Rio & Rahayu, Tri & Edwar, Lukman & Sadikin, Mohamad & Kekalih, Aria 2024. Evaluation of mucin changes between daily and extended wear silicone hydrogel contact lenses. *African Vision and Eye Health*, vol. 83, no. 1. <<https://www.proquest.com/central/docview/3054872760/A575A86DD61D4072PQ/118?accountid=11363&sourcetype=Scholarly%20Journals>>

Ruan, Yue & Jiang, Subao & Pfeiffer, Norbert & Gericke, Adrian, 2021. Corneal Epithelial Stem Cells-Physiology, Pathophysiology and Therapeutic Options. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8465583/>>

Sabucedo-Villamarin Belen & Garcia-Queiruga Jacobo & Pena-Verdeal Hugo & Garcia-Resua Carlos & Yebra-Pimentel Eva & Giraldez Maria J. 2025. Diagnostic Cut-Off Values Based on Lipid Layer Pattern for Dry Eye Disease Subtypes Assessment. *J Clin Med*. Jan 19;14(2):623. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11765754/>>

Salminen, Ari 2023. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja joihinkin hallintotieteen sovelluksiin. 2. painos. Vaasan yliopisto.

Shizuka, Koh 2020. Contact Lens Wear and Dry Eye: Beyond the known. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*. Volume 9. Issue 6. 498–504 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2162098923001561>>

Shen, Yaochun & Zheng, Yalin & Borgia, Alfredo & Posarelli, Mateo & Herbert, Rose & Sharp, Tom & Pagano, Luca & Romano, Vito & Madden, Anrea & Undan, Alexander & Kaye, Stephen B, 2025. Bowman's layer and corneal thickness in health and disease. *Teoksessa BMJ Open Ophtalmol*. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12104951/>>

Shumway, Caleb L. & Motlagh Mahsaw & Wade Matthew 2023. *Anatomy, Head and Neck, Eye Conjunctiva*. StatPearls. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519502/>>

Singh, Rashmi & Gupta, Noopur & Vanathi, M & Tandon, Radhika, 2019. Corneal transplantation in the modern era. *Indian J*. 7–22 <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6798607/>>

Sridhar, Mittanamalli S. 2018. Anatomy of cornea and ocular surface. *Teoksessa Indian J Ophtalmol*. s. 190–194. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5819093/#sec1-2>>

Stein, Harold A. & Stein, Raymond M. & Freeman, Melvin I. 2018. *Anatomy of the eye*. Teoksessa *The Ophthalmic Assistant A Text fo Alied and Associated Ophthalmic Personnel*. Tenth Edition. E-kirja. Luku 1:1–3

Versura, Piera & Campos, Emilio C. 2013. TearLab? Osmolarity System for diagnosing dry eye. *Expert Review of Molecular Diagnostics*, vol. 13. no. 2. 119–29. <<https://www.proquest.com/central/docview/1315883777/A575A86DD61D4072PQ/191?accountid=11363&sourceype=Scholarly%20Journals#>>

Vilkka, Hanna. *Kirjallisuuskatsaus Metodina, Opinnäytetyön Osana Ja Tekstilajina*. Art House, 2023.

Walsh, Karen & Jones, Lyndon W. & Morgan, Philip & Papas, Eric B. & Sulley, Anna 2025. Topical review: Twenty-five years of silicone hydrogel soft contact lenses. *Optom Vis Sci.* 102(6):361–374. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12184980/>>

Willcox, Mark & Argueso, Pablo & Georgiev, Georgi A & Holopainen, Juha M & Laurie, Gordon W & Millar, Tom J & Papas, Eric B & Rolland, Jannick P & Schmidt, Tannin A & Stahl, Ulrike & Suarez, Tatiana & Subbaraman, Lakshman N & Ucakhan, Omür O & Jones, Lyndon, 2018. TFOS DEWS II Tear film report. *Teoksessa Oculur Surface*, 2017. s. 366–403. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6035753/#S2>>

Wolffsohn, James S. 2022. Questionnaire Design and Use to Assess Dry Eye Disease. In: Galor, Anat (ed.). *Dry Eye Disease*. Elsevier Health Sciences. Section 1. Chapter 1. s. 1–14. E-Kirja

Yazdani, Mazyar. 2023. Tear film lipid layer and corneal oxygenation: a new function? *3;37(17):3534–3541* <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10686381/#Sec4>>

Yokoi, Norihiko & Furusawa, Yuki & Kato, Hiroaki & Kusada, Natsuki & Sotozono, Chie & Eftimov, Petar & Georgiev Georgi G.A. 2023. Characteristics of Pre-Lens Tear Film Behavior in Eyes Wearing Delefilcon A Silicone Hydrogel Water Gradient Contact Lenses. *Diagnostics*. vol. 13. no. 24. s 3642. <<https://www.proquest.com/central/docview/2904707263/fulltext/719DA97B6E3F498FPQ/1?accountid=11363&sourcecetype=Scholarly%20Journals#>>