



Jaana Köymäri

# Digitaalisten ratkaisujen hyödyntäminen optometristin työn tukena

Kartoittava kirjallisuuskatsaus

Optometristi (YAMK)

Kliinisen asiantuntijuuden tutkinto-ohjelma, digitaalisten palvelujen asiantuntija  
sosiaali- ja terveystieteiden alalla

Opinnäytetyö

31.8.2025

## Tiivistelmä

Tekijä:	Jaana Köymäri
Otsikko:	Digitaalisten ratkaisujen hyödyntäminen optometristin työn tukena
Sivumäärä:	78 sivua
Aika:	31.8.2025
Tutkinto:	Optometristi (YAMK)
Tutkinto-ohjelma:	Kliinisen asiantuntijuuden tutkinto-ohjelma, digitaalisten palvelujen asiantuntija sosiaali- ja terveysalalla
Ohjaajat:	Yliopettaja Anu Valtonen, Lehtori Saira Pakarinen

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten digitaalisia ratkaisuja voidaan hyödyntää optometristien tarjoaman näönhuollon soveltamiseksi etäterveyden kautta. Tarkoituksena oli myös tarkastella, millaiset tekijät edistävät tai estävät etäpalveluiden toteutumista. Tavoitteena oli tuottaa optikkoliikkeiden käyttöön uutta tietoa teleoptometrian hyödyistä optometristin työn kehittämiseen ja optometristin etäpalveluiden tarjoamiseen asiakkaille sekä jäsentää uusia tutkimusaiheita jatkotutkimusta varten.

Opinnäytetyö toteutettiin kartoittavana kirjallisuuskatsauksena. Tiedonhaku tehtiin Cinahl, Pubmed, Science Direct ja Google Scholar -tietokantoihin syys-lokakuun 2024 aikana. Haku rajattiin vuosina 2014–2024 julkaistuihin tutkimuksiin. Käytetyt hakusanat olivat optometry, optometrist, teleoptometry, "remote eye exam", telehealth, "digital solution" sekä "artificial intelligence". Yhteensä 15 tutkimusta täytti sisäänottokriteerit ja valittiin mukaan lopulliseen analyysiin.

Aineisto analysoitiin induktiivisella sisällönanalyysillä, jonka tuloksena muodostui kolme pääluokkaa: etäpalveluja edistävät tekijät, estävät tekijät sekä digitaaliset ratkaisut optometristin työssä. Soveltuvina digitaalisina ratkaisuina nousivat esiin etänäöntarkastukset ja -konsultaatiot, älypuhelinsovellukset ja -lisälaitteet näöntarkkuuden mittaamiseen sekä tekoälyn hyödyntäminen. Etäpalveluja edistivät etänäöntarkastusten luotettavuus, teleoptometrian hyödyt kuten resurssien tehokas käyttö, etäkonsultointien toteutettavuus sekä potilaiden hyväksyntä. Käyttöä puolestaan estivät tekniset ja potilaaseen liittyvät rajoitteet, diagnostiset ja teknikon roolin haasteet, tiedon puute ja tekoälyn käyttöönoton vaikeudet. Tulosten perusteella etänäöntarkastukset olivat pääosin luotettavia, vaikka joissain menetelmissä ilmeni myös haasteita. Optometristien tietoisuus teleoptometriasta oli vähäistä, mutta asenne myönteinen, vaikkakin siihen liittyi epävarmuutta ja huolia lääketieteellisistä virheistä. Etätutkimusten helppous ja saavutettavuus voivat parantaa potilaiden sitoutumista säännöllisiin silmätutkimuksiin. Uuden teknologian käyttöönotossa ratkaisevaa on optometristien asenteiden ja valmiuksien tukeminen, sillä hyväksyttävyyden ja koettu hyöty vaikuttavat merkittävästi sen omaksumiseen. Siksi optometristeja on tärkeää tukea ja kouluttaa uuden teknologian hyödyntämisessä.

Avainsanat: teleoptometria, digitaalinen ratkaisu, etäterveys, tekoäly

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Jaana Köymäri  
Title: The Utilization of Digital Solutions in Supporting Optometrists' Practice  
Number of Pages: 78 pages  
Date: 31 August 2025  
Degree: Master of Health Care (Optometry)  
Degree Programme: Master's Degree Programme in Clinical Expertise in Digital Health Care and Social Services  
Instructors: Anu Valtonen, Principal Lecturer  
Saila Pakarinen, Senior Lecturer

---

The purpose of this thesis was to explore how digital solutions can be utilized to adapt vision care services provided by optometrists using teleoptometry. Additionally, it aimed to identify the factors that support or prevent the implementation of teleoptometry. The objective was to provide new insights for optical businesses about the benefits of teleoptometry in developing optometric practice and offering remote services to customers, as well as to analyze potential research topics for future studies.

This thesis was conducted as a scoping literature review. Data collection was performed in the Cinahl, PubMed, Science Direct, and Google Scholar databases between September and October 2024. The search was limited to studies published between 2014 and 2024. The search terms used included optometry, optometrist, teleoptometry, remote eye exam, telehealth, digital solution, and artificial intelligence. A total of 15 studies met the inclusion criteria and were included in the final analysis.

The literature was analyzed using inductive content analysis, which identified three main categories: factors supporting remote services, barriers to their use, and digital solutions utilized in optometrists' work. Digital solutions included remote eye examinations and consultations, smartphone applications and accessories for measuring visual acuity, and the use of artificial intelligence. Supporting factors were the reliability of remote eye examinations, teleoptometry benefits such as efficient resource use, the feasibility of remote consultations, and patient acceptance. Barriers included technical and patient-related challenges, diagnostic and technician role issues, lack of knowledge, and difficulties implementing artificial intelligence. The results indicated that remote eye examinations were generally reliable, although some methods posed challenges. Optometrists' knowledge of teleoptometry was limited, but attitudes were positive, despite some concerns about medical errors. The convenience and accessibility of remote examinations may improve patient adherence to regular eye care. Successful adoption of new technology depends largely on optometrists' attitudes and readiness, as acceptability and perceived usefulness influence successful implementation. Supporting and training optometrists in the use of new technologies is essential.

Keywords: teleoptometry, digital solution, telehealth, artificial intelligence

---

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

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Teoreettinen viitekehys	2
2.1	Optometrinen näkemisen asiantuntijana	2
2.1.1	Näöntutkimus	3
2.1.2	Piilolinssisovitus	6
2.1.3	Silmän terveydentilan arviointi	7
2.2	Digitaaliset palveluratkaisut optometristin työssä	7
2.2.1	Teleoftalmologia	9
2.2.2	Teleoptometria	10
2.2.3	Etänäöntarkastus	11
2.2.4	Tekoälyn hyödyntäminen	12
3	Työn tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset	13
4	Tutkimuksen toteutus	14
4.1	Kartoittava kirjallisuuskatsaus	14
4.2	Tiedonhaun kuvaus	15
4.2.1	Sisäänotto- ja poissulkukriteerit	17
4.2.2	PRISMA-kaavio	18
4.2.3	Aineistonhallinta	19
4.3	Tutkimusten yhteenveto	19
4.4	Aineiston laadunarviointi	29
4.5	Aineiston analysointi	31
5	Tulokset	35
5.1	Etäpalvelujen tarjoamista edistävät tekijät	35
5.1.1	Teleoptometrian hyödyt	35
5.1.2	Etäkonsultoinnin toteutettavuus silmäterveydenhuollossa	36
5.1.3	Etänäöntarkastuksen luotettavuus	37
5.1.4	Potilaiden hyväksyntä ja valmius	39
5.1.5	Näöntarkkuussovellusten luotettavuus	40
5.1.6	Tekoälyn hyödyt	41
5.1.7	Tekoälyn hyödyntämisen valmiudet	43
5.2	Etäpalvelujen tarjoamista estävät tekijät	45
5.2.1	Teleoptometrian tekniset haasteet	45
5.2.2	Potilaisiin liittyvät rajoitteet	46

5.2.3	Etänäöntarkastuksen diagnostiset ongelmat	47
5.2.4	Teknikon rooli etänäöntarkastuksessa	49
5.2.5	Tiedon puute	50
5.2.6	Tekoälyn käyttöönoton vaikeudet	51
5.3	Digitaalisten ratkaisujen hyödyntäminen optometristin työssä	53
5.3.1	Teleoptometrian hyödyntäminen	53
5.3.2	Sovellukset	54
5.3.3	Tekoälyn hyödyntäminen	55
6	Pohdinta	55
6.1	Päätulosten tarkastelu	56
6.1.1	Optometristien tietämyksen ja koulutuksen puute teleoptometriasta	56
6.1.2	Etänäöntarkastusten ja videokonsultaatioiden luotettavuus	57
6.1.3	Tekoälyn mahdollisuudet ja haasteet optometristin työssä	62
6.1.4	Piilolinssien etäsovitus ja potilaslähtöiset etähoitoratkaisut	64
6.1.5	Kuvarekisterit ja tekoälypohjainen kuvien jakaminen	65
6.2	Eettisyys ja luotettavuus	65
6.3	Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet	68
	Lähteet	71

## 1 Johdanto

Sosiaali- ja terveysalan digitalisaatio on edennyt viime vuosina nopeasti. Covid 19 -pandemia lisäsi etäterveyspalveluiden käyttöä merkittävästi. (Kim ym. 2021: 381.) Digi-terveyspalveluiden kehittäminen on ajankohtainen aihe Suomessa ja kansainvälisesti, sillä digitaalisten palvelujen strateginen merkitys on kasvanut Suomen sosiaali- ja terveydenhuollossa viime aikoina (Pennanen ym. 2023: 21). Digitalisaatiota odotetaan ratkaisuksi alan resurssiongelmien, sillä palveluntarve kasvaa jatkuvasti ja teknologian kehitys mahdollistaa yhä laajemman valikoiman hoitoja ja palveluita. (Pennanen ym. 2023: 9–10.)

Optikkoliikkeillä on merkittävä rooli terveydenhuollon toimijana. Suomessa perustason silmäterveyden palvelut ovat pääosin yksityisen sektorin vastuulla, kun taas julkisen sektorin rooli on ollut lähinnä erikoistason palvelujen tuottamisessa. Potilaat hakeutuvat silmäoireiden vuoksi ensisijaisesti yleensä yksityisiin optikkoliikkeisiin. Tarvittaessa yksityiseltä sektorilta ohjataan potilaita erikoissairaanhoidon julkisen sektorin palveluihin. Suomalaiset hyödyntävät yksityisiä silmäterveyspalveluita vuositasolla yli 1,5 miljoonan käyntikerran edestä, eli 2/3 kaikista silmäterveydenhuollon käynneistä. Silmäterveydenhuolto on kuitenkin suurien haasteiden edessä. (NÄE ry 2022 b.)

Vuonna 2040 Suomessa on 65 vuotta täyttäneitä lähes 420 000 enemmän kuin tällä hetkellä. Väestön ikääntyessä geriatrinen silmänsairauksien, kuten kaihin, ikärappeuman ja diabeettisen retinopatian, hoitokäynnit lisääntyvät moninkertaisesti. Ilman ennaltaehkäisyä ja varhaista diagnosointia näiden sairauksien eteneminen voi jäädä huomaamatta ja aiheuttaa suuria yhteiskunnallisia kustannuksia. Heikentynyt näkökyky heikentää elämänlaatua ja toimintakykyä sekä lisää sosiaali- ja terveyspalvelujen tarvetta. On tärkeää ehkäistä näön heikentymistä tarjoamalla ennaltaehkäiseviä palveluja, mikä edellyttää palvelujen helppoa ja tasapuolista saavutettavuutta koko maassa. Nämä palvelut ovat kustannustehokkaita ja hyödyttävät sekä yksilöitä että yhteiskuntaa. (NÄE ry 2022 b.; Purola & Koskinen & Uusitalo 2024.)

Silmäterveydenhuollon ammattihenkilöpula synnyttää tarvetta uusille teknologisille ratkaisuille. Optometristien rooli ensisijaisena näönhuollon ammattilaisena yksityissektorilla korostaa palveluiden helpon saavutettavuuden tärkeyttä. (NÄE ry 2022 a.) Tällä hetkellä useimmat asiakkaat joutuvat tulemaan paikan päälle liikkeeseen, mikä voi olla vaikeaa esimerkiksi liikuntarajoitteiden, etäisyyden tai terveydentilan vuoksi (Massie &

Block & Morjaria 2022: 1761). Säännöllisten näöntutkimusten puute voi johtaa silmäsairauksien kehittymiseen aiheuttaen merkittäviä vaikutuksia. Etäpalveluiden käyttöönotto parantaisi optometristipalveluiden saavutettavuutta ja hyödyttäisi näin asiakkaita, terveydenhuoltoa ja yhteiskuntaa (Massie & Block & Morjaria 2022: 1754).

COVID-19-pandemia lisäsi maailmanlaajuisesti tarvetta toteuttaa ja ylläpitää keskeisiä optometriapalveluita etäterveyden keinoin. Tämän seurauksena etäterveyspalveluiden merkitys optometrian alalla on kasvanut, ja alalla ollaan nopeasti siirtymässä kohti teleoptometrian käyttöönottoa. Teleoptometrialla tarkoitetaan näönhuollon tarjoamista optometristien toimesta etäterveyden välityksellä. (Massie & Block & Morjaria 2022: 1753–1754; Kim ym 2021: 381.)

Tämän työn tarkoituksena on selvittää kirjallisuuskatsauksen keinoin, miten digitaalisia ratkaisuja voidaan hyödyntää optometristien tarjoaman näönhuollon soveltamiseksi etäterveyden kautta sekä selvittää, millaiset tekijät edistävät tai estävät optometristien tarjoamien etäpalveluiden toteutumista. Tavoitteena on tuottaa optikkoliikkeiden käyttöön uutta tietoa teleoptometrian hyödyistä optometristin työn kehittämiseen ja optometristin etäpalveluiden tarjoamiseen asiakkaille sekä jäsentää uusia tutkimusaiheita mahdollista jatkotutkimusta varten.

## 2 Teoreettinen viitekehys

Tiedonhaku teoreettiseen viitekehykseen aloitettiin perehtymällä aiheesta jo aiemmin tutkittuun tietoon. Teoreettisen viitekehyksen tiedonhakua varten tehtiin alustavia hakuja Metropolian kautta saatavilla olevissa tietokannoissa aiemman tutkimustiedon sekä tutkimuskysymysten pohjalta. Lisäksi perehdyttiin alan kirjallisuuteen ja julkaisuihin. Tietokantahakuja suoritettiin yksittäisillä käsitteillä ja asiasanoilla kuten optometry, teleoptometry, refraction, remote eye exam, artificial intelligence sekä digitalisation sekä näitä toisiinsa yhdistäen.

### 2.1 Optometristi näkemisen asiantuntijana

Optometria on itsenäinen, säännelty terveydenhuollon erikoisala, jossa tutkitaan silmien ja niihin liittyvien rakenteiden vikoja ja poikkeavuuksia (NÄE ry 2024 a). World Council of Optometry määrittelee optometrian seuraavasti

Optometria on itsenäinen, säädelty terveydenhuollon ala, jonka ammattilaiset ovat koulutettuja optometristeja. Optometristit ovat perusterveydenhuollossa näkemisen ja silmäterveyden alan toimijoita, jotka tarjoavat kattavaa näönhuoltoa sisältäen taittovirheen määrittämisen, näönkorjauksen ratkaisut, tutkimisen mahdollisten silmäsairauksien havaitsemiseksi ja näönkuntoutuksen. (Optometrian Eettinen Neuvosto b: 2.)

Optometrian ammattilaiset ovat koulutettuja optometristeja. Optometristi on näönhuollon ammattilainen, joka työskentelee näkemisen ja silmäterveyden ongelmien ja ratkaisujen parissa. (NÄE ry 2024 a.) Optometristi (AMK) -tutkinnon suorittanut henkilö työskentelee optikko-työnimikkeellä Valviran laillistamana terveydenhuollon ammattihenkilönä. Optometristeilla on rajattu lääkkeenmäärittämiseen oikeuttava koulutus ja pätevyys suorittaa silmien terveystarkastuksia. Optometristin ydinosaamista näkemisen asiantuntijana on näöntutkimusten tekeminen, silmälasimäärittysten kirjoittaminen ja silmäsairauksien seulominen. Hän myös arvioi silmän terveydentilaa ja tarvittaessa ohjaa asiakkaan silmälääkärille. Optometristi myös myy, valmistaa ja huoltaa silmälaseja sekä sovittaa piilolinsskejä ja heikkonäköisten apuvälineitä. Optometristit työskentelevät usein yksityisellä sektorilla optikkoliikkeissä tai sairaaloissa, mutta myös julkisessa terveydenhuollossa. (Metropolia Ammattikorkeakoulu 2023; NÄE ry 2024 a.) Optometristin ensisijaisena tehtävänä on tuottaa asiakkaalle parhaat mahdolliset näönhuollon ratkaisut (Optometrian Eettinen Neuvosto b: 2).

Optometristien toimenkuva vaihtelee maailmanlaajuisesti. Joissain maissa optometristien työ keskittyy optisten teknologioiden ja näkötoimintojen palveluihin, kun taas toisissa he tarjoavat myös silmän diagnostisia palveluja. Optometristin rooli silmähoidon tarjoamisessa on kuitenkin kehittynyt niin maailmanlaajuisesti kuin Suomessakin. Viimeisten kahden vuosikymmenen aikana teknologiset edistysaskeleet silmälasilinsien ja piilolinssien tekniikoissa, heikkonäköisyyspalveluissa ja taittovirheiden hoitopalveluissa ovat antaneet optometristeille mahdollisuuden tarjota ensisijaista näönhuoltoa laajemmalla valikoimalla. Ensisijainen näönhuolto määrittellään asianmukaisen, saavutettavan ja edullisen hoidon tarjoamiseksi, joka vastaa potilaiden silmähoitotarpeisiin kokonaisvaltaisesti ja pätevästi. Se tarjoaa potilaalle ensimmäisen yhteyden silmäterveydenhuoltoon sekä jatkuvaa hoitoa läpi elämän. (George ym. 2019: 258–259.)

### 2.1.1 Näöntutkimus

Normaalitaittoinen eli emmetrooppinen silmä ei tarvitse silmälasikorjausta, sillä silmän pituus ja taittovoima vastaavat toisiaan siten, että äärettömyydestä tulevat valonsäteet osuvat verkkokalvolle ja kuva näkyy tarkkana. Taittovirheestä puhutaan, kun tarkoite-

taan tilaa, jossa silmän pituus ja taittovoima eivät vastaa toisiaan. Taittovirheitä on kaukotaittoisuus eli hyperopia, likitaittoisuus eli myopia sekä hajataittoisuus eli astigmatia. Taittovirheet oireilevat näöntarkkuuden heikentymisellä ja niitä korjataan silmälasilla. (Saari & Korja 2011: 303.)

Korjaamaton taittovirhe on yksi yleisimmistä näköhäiriöistä kaiken ikäisten ihmisten keskuudessa ja toiseksi yleisin hoidettavan sokeuden syy maailmanlaajuisesti. Kyseessä on merkittävä kansanterveydellinen huolenaihe. Korjaamaton taittovirhe liittyy useisiin oireisiin, kuten heikentyneeseen kauko- ja lähinäköön. Lisäksi se voi aiheuttaa binokulaarisia näköhäiriöitä, joihin liittyy astenooppisia oireita kuten silmien räsitystä ja päänsärkyä. Korkeaan myopiaan eli likitaittoisuuteen liittyviä sairauksia, kuten glaukooman, verkkokalvon repeämien ja irtaumien, aiheuttamaa näkövammaa sekä korjaamattoman taittovirheen aiheuttamia korkeita taloudellisia seurauksia on raportoitu. Korjaamaton taittovirhe liittyy myös heikentyneeseen näkemiseen liittyvään elämänlaatuun, vähentyneeseen suorituskykyyn ja tuottavuuteen sekä itsenäisyyden menetykseen, erityisesti vanhusten keskuudessa. (Wajuhian & Mashige 2021: 316.)

Näöntutkimuksessa optometrismi refraktoi eli määrittää taittovirheet, tutkii potilaan näköjärjestelmää ja sen toimintaa sekä arvioi silmien yhteistoimintaa huomioiden potilaan näköoireet ja käyttötarpeet. Näöntutkimuksen ohella optometrillä on myös velvollisuus arvioida silmien terveydentilaa. Näöntutkimuksen sisältö ja eteneminen perustuvat potilaalta saatuihin esitietoihin hänen terveydentilastaan eli anamneesiin. Tutkimuksen laajuuden ja sisällön määrittää tutkijan koulutus, kokemus ja ammattietiikka. (Optometrian Eettinen Neuvosto b: 3.)

Näöntutkimuksen päämäärä on saada aikaan refraktio eli silmän taittovirheen määrittäminen sekä silmälasimääräys. Refraktio määrittäminen on olennainen osa optometristin tekemää tutkimusta. Refraktio kirjoitetaan objektiivisen ja subjektiivisen refraktioiden perusteella. Koska näköhavainto riippuu sekä optisista tekijöistä että hermoston toiminnasta, subjektiivista refraktiota pidetään kultaisena standardina taittovirheen arvioinnissa ja silmälasireseptin määrittelyssä yhteistyökykyisille potilaille. (Hartikainen & Sepänen 2022: 83, 85, 88; Saari & Korja 2011: 302–303; Kozlov ym. 2024: 1–2.)

Erilaisia tekniikoita on kehitetty refraktion määrittämiseksi. Perinteisesti subjektiivinen manuaalinen refraktio on tunnettu taittovirheiden ja silmälasimääräysten kultaisena standardina, vaikka se onkin aikaa vievä toimenpide. Objektiiviset autorefraktometrit ja viime aikoina myös aaltorintamateknologiaan perustuvat autorefraktometrit ovat saavuttaneet klinisen suosionsa niiden hyväksyttävän toistettavuuden, tarkkuuden, ajan

säästämisen ja helppokäyttöisyyden vuoksi. Autorefraktiota pidetään kliinisesti arvokkaana lähtökohtana subjektiiviselle refraktiolle. (Kozlov ym. 2024: 1–2; Bamdad & Momeni-Moghaddam & Abdolahian & Piñero 2022: 101.)

Objektiivisessa refraktiossa määritetään silmän taittovirheen määrä joko autorefraktometrin avulla tai skiaskoopilla. Skiskopiaa pidetään suositeltavimpana objektiivisena tutkimusmenetelmänä, sillä sen avulla saadaan myös tietoa silmän optiikan säännöllisyydestä sekä taittavien väliaineiden kirkkaudesta refraktion lisäksi. Objektiivisella tutkimuksella saadaan tietää tutkittavan taittovirheen määrä, kun taas subjektiivisella refraktiolla maksimaalinen näöntarkkuus. (Hartikainen & Seppänen 2022: 83, 85, 88; Saari & Korja 2011: 302–303; Kozlov ym. 2024: 1–2.)

Objektiivisella tutkimuksella saatu tulos varmistetaan subjektiivisesti foropterin eli näöntutkimusyksikön tai koesankojen avulla (Saari & Korja 2011: 303). Subjektiivinen refraktio on sfäärissylinterinen voimakkuus, jolla tutkittavalle saadaan paras mahdollinen näöntarkkuus neljän metrin tutkimusetäisyydelle. Subjektiivisella tutkimuksella hienosäädetään objektiivista tulosta ja korjataan objektiivisen refraktion mahdolliset virheet. Refraktoinnin päätteeksi tehdään silmälasimääräys ja nämä kaksi voivat olla keskenään erilaiset perustellusta syystä. Subjektiivinen refraktio on tehtävä aina, mikäli tutkittavan kanssa kommunikointi vain on mahdollista. (Hartikainen & Seppänen 2022: 88.) Mikäli tutkittavan kanssa ei pystytä kommunikoimaan, kirjoitetaan määräys pelkästään objektiivisen tutkimuksen perusteella. Tämä tulee kyseeseen esimerkiksi pienten lasten kanssa tai yhteisen kielen puuttuessa. (Hartikainen & Seppänen 2022: 83; Saari & Korja 2011: 302–303; Kozlov ym. 2024: 2; Bamdad & Momeni-Moghaddam & Abdolahian & Piñero 2022: 101.)

Vaikka subjektiivista refraktiota pidetään erittäin luotettavana, se voi vaihdella saman tutkijan eri tutkimuskertojen sekä eri tutkijoiden välillä. Vaihteluvälin on tutkittu olevan 0,25–0,50 dioptrian luokkaa. (Kozlov ym. 2024: 2.) Objektiivinen refraktio autorefraktometrin avulla on tyydyttävä alustavan refraktion mittaamiseen, mutta ei kuitenkaan riittävä korvaamaan perinteistä refraktiota. Nuorten aikuisten autorefraktometrimittausten perusteella odotetun subjektiivisen refraktion on todettu olevan hyperoopeilla vähemmän hyperooppinen ja myoopeilla vähemmän myooppinen. Myös refraktion hajataitteisuuden määrä pienenee subjektiivisessa refraktiossa noin 0,25 dioptriaa sekä myoopeilla että hyperoopeilla, erityisesti vanhemmilla potilailla. (Kozlov ym. 2024: 4.)

Suurin yhteneväisyys luotettavimpana pidetyn subjektiivisen refraktion kanssa silmän taittovirheen sfääristä ekvivalenttia arvioitaessa on havaittu sykloplegisessä autorefraktiossa. Kyseessä on siis autorefraktiomittaus, joka on tehty silmän sädelihaksen lamaavia ja pupillia laajentavia sykloplegisia lääkkeitä käyttäen. On myös todettu, että ei-syklopleginen autorefraktio voi johtaa miinuksen ylikorjaukseen tai plussan alikorjaukseen. (Bamdad & Momeni-Moghaddam & Abdolahian & Piñero 2022: 103.)

### 2.1.2 Piilolinssisovitukset

Piilolinssit ovat turvallinen ja tehokas menetelmä taittovirheen korjaamiseen. Piilolinssit, kuten silmälasilinssitkin, ovat lääkinnällisiä laitteita. Piilolinssijä valmistetaan erilaisista kovista ja pehmeistä materiaaleista, joita on kehitetty vuosikymmenten ajan, ja niitä on olemassa kerta- tai jatkuvakäyttöisiä. Piilolinssien vaihtoväli vaihtelee päivittäisestä kuukauteen tai jopa pidempään vaihtoväliin. Linssimateriaalit sekä niiden käyttö- ja hoitotavat vaikuttavat piilolinssien aiheuttamien sarveiskalvon tulehdusten ja mikrobikeraatiitin riskiin. (Rhee ym. 2022: 449.)

Piilolinssijä on saatavilla sfäärisinä kauko- tai likitaitteisuuden korjaamiseen, toorisina astigmatian eli hajataitteisuuden korjaamiseen sekä multifokaaleina ikänäön korjaamiseen. On olemassa myös myopian eli likinäköisyyden etenemisen hidastamiseen tarkoitettuja piilolinssijä, joita käytetään erityisesti lapsipotilailla. Ortokeratologisia piilolinssijä käytetään myös myopian ja astigmatian hoitoon. Lisäksi on olemassa kosmetisia linssijä, joita on saatavilla optisella korjauksella tai ilman. On myös arvioitu, että lähitulevaisuudessa piilolinssijä voidaan mahdollisesti käyttää silmänpaineen seurantaan glaukoomapotilailla ja sokeritasapainon seurantaan diabeetikoilla. (Rhee ym. 2022: 449.)

Piilolasisovituksen sisältö ja eteneminen riippuu anamneesissa saaduista tiedoista. Sovituksessa tutkija arvioi piilolasien optista, mekaanista ja fysiologista sopivuutta sekä käytön turvallisuutta, ottaen huomioon potilaan näkötarpeet ja -olosuhteet. Tutkijan on sovittava piilolinssit alan suositusten mukaisesti, laadittava piilolasimääräys ja annettava tarvittavat käyttöohjeet piilolinssien käyttäjälle. Henkilö, joka suorittaa piilolasisovituksen ja antaa piilolasimääräyksen, vastaa siitä, että tutkittavan silmien terveydentila sallii piilolinssien käytön tutkimushetkellä. (Optometrian Eettinen Neuvosto b: 5.)

### 2.1.3 Silmän terveydentilan arviointi

Optometristien tulee noudattaa terveydenhuollon lakeja, asetuksia sekä alalle ominaisia eettisiä periaatteita. Optometristien tulee jokaisen näöntarkastuksen ja piilolinssien sovituksen yhteydessä arvioida silmien terveydentilaan liittyviä seikkoja oman koulutuksensa ja kokemuksensa perusteella. (Optometrian Eettinen Neuvosto b: 2.) Silmän terveydentilaa arvioidessa se voidaan jakaa kahteen osaan: silmän etu- ja takaosaan, joita erottaa toisistaan mykiön takapinta. (Optometrian Eettinen Neuvosto a: 14.)

Silmän perustutkimuksessa selvitetään silmän taittokyky ja näöntarkkuus, optisten väliaineiden tila, silmän rakenteiden terveydentila sekä karsastus ja silmien yhteisnäkö (Seppänen & Uusitalo 2022: 13). Silmän etuosasta arvioidaan silmän alueen ulkoiset osat, kyynelneste, sidekalvo, kovakalvo, sarveiskalvo, etukammiotila, värikalvo sekä mykiö. Silmän takaosasta taas tarkistetaan lasiainen ja silmänpohja. Silmänpohjasta tutkitaan mahdollisia löydöksiä makulasta, näköhermon päästä, verisuonistosta sekä muusta silmänpohjasta. Silmänpaineenmittaus eli tonometria kuuluu myös silmän terveydentilan arviointiin. Tarvittaessa voidaan myös mitata sarveiskalvon paksuus eli pachymetria tai tutkia värinäköä erilaisilla testeillä. Myös näkökenttätutkimus voi olla osa silmän terveydentilan arviota. (Optometrian Eettinen Neuvosto b: 14.) Mikäli optometristi havaitsee tutkimuksissaan merkkejä mahdollisista silmänsairauksista tai lääketieteellisen tutkimuksen tarpeesta, hänen velvollisuutensa on lähettää potilas silmälääkärin vastaanotolle. (Optometrian Eettinen Neuvosto b: 2.)

Potilas voi seurata näöntarkkuuttaan itse säännöllisin väliajoin peittämällä silmät vuoroitellen ja tarkistamalla, onko näkökyky molemmissa silmissä yhtä hyvä. Tällaista oma-seurantaa voidaan suositella yli 60-vuotiaille, sillä siitä eteenpäin esimerkiksi kostean ikärappeuman esiintyvyys nousee. Jokaisen yli 40-vuotiaan tulisi kertaalleen käydä silmälääkärissä ja tämän jälkeen kolmen vuoden välein, mikäli silmät ovat terveet. Myös lyhyempää kontrolliväliä saatetaan suositella, jos lähisuvussa on silmänsairauksia tai potilaan silmissä riskitekijöitä. Silmän terveystarkastukset eivät kuulu julkisen terveydenhuollon piiriin. (Seppänen & Kam 2022: 49.)

## 2.2 Digitaaliset palveluratkaisut optometristin työssä

Covid 19 -pandemian myötä moninaiset muutospaineet nousivat esiin myös optometrian alalla, vaatien optometristeja sopeutumaan uusiin elämisen ja työskentelyn tapoihin ja omaksumaan teleoptometrian näönhuollon lähestymistapana. Optometria, kuten

muutkin yhteiskunnan osa-alueet, voi hyötyä muuttuneen maailman tuomista digitaalisista muutoksista. Pandemia on luonut optometristeille lisää mahdollisuuksia hyödyntää etäterveydenhuollon innovaatioita tarjotakseen näönhuoltoa henkilöille, joilla on esteitä päästä paikan päälle asioimaan. (ECOO 2023; Massie & Block & Morjaria 2022: 1753.)

Terveystieteiden sovelletusta teknologiasta on tulossa yhä enenevässä määrin olennainen osa optometrian alan kehitystä, ei pelkästään alan erikoislaitteiden innovaatioiden kautta, vaan myös tukemalla erilaisia terveydenhuoltoon liittyviä prosesseja ja vaiheita. (Stuermer & Martin 2022: 70.) Optometristien on omaksuttava teknologian käyttö, sillä se on tullut jäädäkseen. Teknologia tulee avustamaan tulevaisuuden palveluiden tarjoamisessa ja mikäli sitä käytetään hyvin, vapauttaa se ammattilaisten aikaa asiakastyöhön. Asiakkaiden uudet odotukset edellyttävät optometristeilta jo nyt uusia ja erilaisia tapoja tuottaa palveluita. Asiakkaat arvostavat yhä enemmän silmäterveysteknologian ja odottavat sen olevan saatavilla optometristin palveluissa. Optikkoliikkeet eivät ole vain silmälasien ostopaikkoja, vaan niillä on tärkeä rooli myös näön ennaltaehkäisevässä huollossa ja silmäterveyden edistämisessä. (ECOO 2023.)

Teleoptometrian soveltaminen näönhuollon toteuttamiseen on nopeasti kehittymässä, ja se vaikuttaisi olevan varteenotettava lisä henkilökohtaisten optometriapalvelujen toimittamiseen asiakkaille. Teleoptometria voidaan määritellä optometristien tarjoaman hoidon soveltamiseksi etäterveyden kautta. Teleoptometrian lisääntyvä käyttö johtuu osittain uusien ja innovatiivisten lähestymistapojen syntymisestä näönhoidon toteuttamiseen, jota tukevat nopea internet sekä jatkuva ohjelmisto- ja laiteinnovaatio näönhuoltoalalla. (Massie & Block & Morjaria 2022: 1753–1754.)

Digiklinikalla asiointi ei korvaa säännöllistä silmälääkärin tai optometristin tutkimusta, mutta sitä voidaan käyttää tapauskohtaisesti hyväksi esimerkiksi kroonisia silmänsairauksia sairastavien potilaiden seurannassa. Digiklinikkaa voidaan myös hyödyntää arvioitaessa silmätautien hoidon kiireellisyyttä ja hoidon tarvetta. Kiireellisyysarvioinnissa potilas vastaa oirekyselyyn ja tämän perusteella saa kiireellisyysarvion ja ohjauksen oikealle asiantuntijalle. Mobiilisovelluksien avulla potilaan on mahdollista tehdä ajanvaraus ja nähdä omia tietojaan vahvan tunnistautumisen avulla. Käynnin jälkeen käyntikertomus siirtyy myös Kanta-järjestelmään, mistä potilas voi myös tarkastella omia tietojaan. (Seppänen & Kam 2022: 52–53.)

### 2.2.1 Teleoftalmologia

Teleoftalmologiaa eli silmälääkärin toteuttamaa etäterveydenhoitoa hyödynnetään esimerkiksi virtuaalidiagnostiikkaan. Sitä voidaan hyödyntää lääkärin tulkitessa etänä potilaan tutkimustuloksia, perehtyessä käytettävissä oleviin lähete- ja sairauskertomustietoihin ja tehdessä näiden pohjalta esimerkiksi diagnoosin tai lääkemääräyksen, ohjauksen tarvittaviin jatkotutkimuksiin, tarvittavat lähetteet jatkohoitoon tai jatkosuunnitelman. Näistä kirjaukset tehdään aina potilastietojärjestelmään ja tehdään informointi potilaalle joko suoraan tai muun hoitohenkilökunnan tai tietojärjestelmän avulla. Myös etä vastaanotto, jossa lääkäri ja potilas näkevät ja kuulevat toisensa videoyhteydellä, on yksi digitaalisen hoidon mahdollisuus. Myös puhelinaika ja soittopyyntö ovat yksi silmälääkäreiden toteuttama etäterveydenhuollon muoto. Perusterveydenhuollossa voidaan myös hyödyntää etäkonsultaatiomahdollisuutta silmälääkäreille tai erikoissairaanhoidossa esimerkiksi kokeneempien kollegoiden tai tietyn erikoisalun suuntaan. (Seppänen & Kam 2022: 52.)

Termi eHealth viittaa erilaisten tieto- ja viestintäteknikoiden (ICT) käyttöön minkä tahansa terveyspalvelun tukena. Sen soveltamisala on suoraan liitoksissa monenlaisiin sovelluksiin, jotka perustuvat yleensä internetiin tai johonkin sovellukseen, sekä erilaisiin teknologioihin, joilla on eri tarkoitus ja jotka tarjoavat terveydenhuoltoon liittyvien prosessien parantamista, nopeuttamista, mukauttamista tai yksinkertaistamista. mHealth-käsitettä puolestaan käytetään usein selittämään sähköisen terveydenhuollon osa-aluetta, jolle on ominaista yksinomaan mobiilisovelluksiin perustuvien ratkaisujen ehdottaminen. (Stuermer & Martin 2022: 71.)

Sähköisillä terveysjärjestelmillä voi olla erilaisia tarkoituksia, joista merkittävimmät ovat etäterveyssovellukset. Toisin sanoen kaikki keinot, jotka helpottavat ja/tai mahdollistavat vuorovaikutusta fyysisen etäisyyden päässä olevan potilaan ja terveydenhuollon saannin välillä, voidaan katsoa etäterveyspalveluksi. Vaikka termi etäterveys on yleisempi kaikille terveyspalveluille, telelääketiede-termiä käytetään yleisesti kuvaamaan tätä terveyspalvelumallia. On huomionarvoista, että vaikka telelääketieteen palveluita on tutkittu pitkään, ne saivat erityistä huomiota ja merkitystä pandemian aiheuttaman sosiaalisen etäisyyden tarpeen vuoksi, mikä vaikutti näiden markkinoiden jo ennestään kasvavaan kehitykseen. (Stuermer & Martin 2022: 71.)

Teleoftalmologian käyttö verkkokalvovalokuvauksen avulla on jo melko vakiintunutta, erityisesti diabeettisen retinopatian seulontaohjelmissa, mutta silmän etuosaa tutkivat tutkimukset ovat tuottaneet ristiriitaisia tuloksia. Tähän mennessä älypuhelinavusteisen

oftalmoskopian tutkimus on keskittynyt pitkälti validointitutkimuksiin, yksilöiden seulomiseen satelliittiklinikoiden kautta ja sen mahdolliseen käyttökelpoisuuteen opetuksessa. On kuitenkin olemassa joitakin rajallisia todisteita, jotka osoittavat, että kun tarvittavat laitteet on saatu käyttöön, onnistunut silmän etu- ja takaosan itsekuvaus on mahdollista. Tällaiseen itsekuvaukseen pyrkiminen on tietysti kannattavaa vain, jos klinikot ylipäänsä edes pystyvät tekemään tarkkoja diagnooseja pelkästään kuvista. (Nagra & Vianya-Estopa & Wolffsohn 2020: 205).

### 2.2.2 Teleoptometria

Etänäönhuolto eli teleoptometria tarkoittaa optometristien tarjoaman näönhuollon soveltamista etäterveyden kautta (Massie & Block & Morjaria 2022: 1753; Ezinne ym. 2023). Etäterveydenhuoltoa (telehealth) voidaan toteuttaa monin eri tavoin, vaihdellen mobiilisovellusten käyttämisestä seurannasta (mHealth) videokonsultaatioihin ja kenttäklinikoihin, jotka lähettävät testituloksia kliiniseen tulkintaan. Kehittynyt digiteknologia ei kuitenkaan ole ainoa keino tehostaa etäkonsultaatioita. Potilashistorian keruun parantaminen validoitujen kyselylomakkeiden tai potilaiden raportoimien tulosten hyödyntämisen kautta voi myös vahvistaa hoidon tarjoamista. (Nagra & Vianya-Estopa & Wolffsohn 2020: 205.)

Näönhuollossa käytettäviä digitaalisia terveysteknologiota käsittelevien tutkimusten määrien on todettu kasvaneen viime vuosina, erityisesti vuodesta 2021 alkaen. Vuosien 2012–2022 välillä julkaistuissa tutkimuksissa tekoälyn on todettu olleen eniten tutkimuksissa mainittu työkalu. Silmän takaosa on ollut eniten tutkittu silmän rakenteellinen osa ja diabeettinen retinopatia eniten tutkittu sairaus. Valtaosalla teknologioista on todettu olevan potentiaalia kliiniseen käyttöön, erityisesti päätöksenteon tukemiseen tarkoitetuilla. Digitaalisen näönhuollon teknologiat ovat kasvaneet valtavasti viime vuosina, painottaen tekoälyn soveltamista silmän takaosan tutkimiseen. Tämän teknologian käyttöönottoon ensisijaisessa näönhuollossa tähtäävät tutkimukset ovat kuitenkin toistaiseksi olleet vähäisiä. (Stuermer & Martin 2022: 70.)

Piilolinssikäyttäjien on todettu olevan avoimia digitaalisen teknologian integroinnille piilolinssien sovitukseen ja käytönseurantaan. Käyttäjät ovat ilmaisseet haluavansa lisää tukea linssien silmään asettamiseen ja pois ottamiseen sekä linssien testaamiseen kokonaan. Osa käyttäjistä on kokenut, että jälkihoitokäyntejä on liian usein ja he haluaisivat yhdistää tapaamisia. Digitaalinen teknologia voisi auttaa tarjoamaan lisätukea piilolinssikäyttäjille, parantaa tapaamisten tehokkuutta, vähentää piilolinssikäytön lopettajien

määrää, rakentaa luottamusta sekä parantaa asiakaspalvelua. (Armstrong & Tenison & Patel & Palmer & Pursey 2022.)

Etäpiilolinssisovituksiin vaadittava teknologia asettaa kuitenkin rajoituksia. Mahdollisuudet älypuhelimien avulla tapahtuvaan silmän kuvantamiseen on lisääntynyt erityisesti silmän takaosan kuvaamisen suhteen. Piilolinssien etäsovituksen vaatima etuosan kuvantaminen kuitenkin vaatisi erikoislaitteistoa, jota ei todennäköisesti ole potilaiden saatavilla kotona. Lisäksi tutkimusnäyttö itse suoritettavasta kuvanotosta on varsin rajallista. Yleisesti ottaen digitaaliset valokuvat ovat hyödyllisiä silmän etuosan selkeiden muutosten havaitsemisessa, mutta hienovaraisemmat muutokset ovat vähemmän havaittavissa. (Nagra & Vianya-Estopa & Wolffsohn 2020: 204.)

Myös näöntarkkuuden luotettava arviointi etänä on haastavaa, sillä monet sähköiset testitaulut on validoitu ammattilaiskäyttöön. Tutkimusnäyttö itse suoritettavista näöntarkkuuden mittauksista on edelleen rajallisia. Kattavan näyttöpohjan puuttuminen teleoptometriassa rajoittaa näönhuollon ammattilaisten toimintaa. Tiedonaukot tulisi käsitellä, jotta optometrian alalle saataisiin kehitettyä tarkoitukseen sopivia, näyttöön perustuvia ohjeistuksia telehoitoa varten. Erityisesti edistysaskeleet silmän itsekvantamisessa voisivat auttaa viemään tätä alaa eteenpäin. (Nagra & Vianya-Estopa & Wolffsohn 2020: 204.)

Piilolinssien sovitussovellusten käyttökelpoisuutta rajoittavat todennäköisesti piilolinssien, erityisesti pehmeiden linssien, näkemisen hankaluus silmän pinnan epätasaista taustaa vasten ilman rakolampun tarjoamia suurennus- ja valaistusetuja. Näönhuollon ammattilaisten nykyiset tukitoimet piilolinssikäyttäjien ohjeiden noudattamisen seurannassa voivat sisältää tiedotteiden tai linssien vaihtomuistutusten lähettämisen tekstiviesteillä, kirjallisen tai suullisen tiedon tarjoaminen (esim. videot tai potilastietolomakkeet) tai potilaat tietoisuuden lisääminen linssien hoitoon liittyvistä puhelinsovelluksista (Nagra & Vianya-Estopa & Wolffsohn 2020: 205–206).

### 2.2.3 Etänäöntarkastus

Etänäöntarkastus tarkoittaa näönhuollon ammattilaisen suorittamaa tarkastusta niin, että tutkija ja tutkittava eivät ole samassa tilassa vaan tarkastus suoritetaan etänä. Suomessa etänäöntarkastuksia tekevät ainakin optikkoketjuista Nissen ja Silmäasema. Molemmissa etänäöntarkastuksen suorittaa etäyhteyden avulla optikko, jota avustaa potilaan kanssa samassa tilassa oleva etänäöntutkimuksiin koulutuksen saanut optinen myyjä. Asiakas on siis paikan päällä myymälässä ja optikko toisessa myymälässä,

mahdollisesti eri puolella Suomea. Piilolinssisovituksia tai -kontrolleja ei tehdä etänä. (Instru Optiikka 2023; Silmäasema 2023.)

Kun on vertailtu kattavan etänäöntarkastuksen ja teleoptometristisen silmien terveydentilan arvioinnin tuloksia kultaisen standardin mukaiseen henkilökohtaisesti, paikan päällä tapahtuvaan näöntarkastukseen ja silmien terveydentilan tarkastukseen, painottaen refraktiivisia mittauksia, silmien terveyden arviointia, silmähoitohenkilökunnan luottamustasoa ja potilastyytyväisyyttä, on todettu, että etärefraktio vastaa hyvin tai erinomaisesti henkilökohtaista subjektiivista refraktiota sfäärissylinterisen voimakkuuden ja parhaan korjatun näöntarkkuuden osalta. Visuaalisen mukavuuden osalta menetelmien välillä ei ole löydetty tilastollisesti merkitsevää eroa. Paikkansapitävyys silmäterveyden arvioinnin henkilökohtaisten ja etätutkimusten välillä vaihtelee kohtuullisesta lähes täydelliseen, mutta silmäsairauksien esiintyvyys aihetta selvittäneessä tutkimusotoksessa on ollut alhainen. Näönhuoltajien luottamustason ja potilastyytyväisyyden on todettu olleen tilastollisesti korkeammat henkilökohtaisesti suoritetuissa tarkastuksissa. (Blais & Tousignant & Hanssens 2024: 17.)

Kauko-ohjatun RDx-tekniikan avulla suoritettua subjektiivista refraktiota luotettavuutta ja hyväksyttävyyttä on vertailtu perinteiseen subjektiiviseen refraktioon selvittämällä esimerkiksi refraktioon kulunutta aikaa, sfääristä voimakkuutta, sylinterivoimakkuutta ja parasta korjattua näöntarkkuutta. RDx-tekniikka sisältää optisen ohjelmiston, joka on suunniteltu foropterien etäohjaukseen. Etäohjattu refraktio osoittautui toistettavaksi ja luotettavaksi menetelmäksi, sillä toistettavuusanalysissä ei havaittu tilastollisesti merkittäviä eroja ( $P > 0,05$ ) mittaustuloksissa verrattuna perinteiseen subjektiiviseen refraktioon. Etäohjatun menetelmän suorittamisen on todettu vievän enemmän aikaa kuin perinteisen. Valtaosan osallistujista on todettu olleen tyytyväisiä ja hyväksyvän etäohjatun menetelmän käytön. (Huang ym. 2022: 1.)

#### 2.2.4 Tekoälyn hyödyntäminen

Tekoälyn käsitteitä ei alun perin liitetty terveystieteeseen, koska termi määriteltiin 1950-luvulla tietojenkäsittelytieteessä. Viime vuosikymmenen aikana, laskentatehon lisääntymisen myötä, tämä teknologia on kuitenkin kasvanut ja yleistynyt. Vaikka täyttä yhteisymmärrystä määritelmästä ei ole, sen voi tiivistää tietokoneiden ja prosessorien kyvyksi suorittaa toimintoja tai tehdä päätöksiä, jotka eivät perustu valmiiksi ohjelmoituihin käskyihin vaan sen sijaan esimerkkeihin, joista prosessointi opitaan tietojoukosta, algoritmien ja monimutkaisten laskelmien avulla. (Stuermer & Martin 2022: 71.)

Tekoälyn käyttöä silmätutkimuksissa voi harkita joko suurten potilasmäärien kuvantamistutkimusten seulonnassa tai yksittäisen potilaan kohdalla kiireellisyysarviossa sekä diagnostisena apuvälineenä. Tekoälyavusteinen seulonta ja päätöksentekijärjestelmät eivät kuitenkaan poista säännöllisten silmätarkastusten tarvetta. Tekoäly voi vähentää ihmisestä aiheutuvan virheen aiheuttamaa haittaa, helpottaa työvoimapulaa sekä auttaa tunnistamaan nopeammin kiireellisiä potilastapauksia saaden heidät hoitoon viiveettä. (Seppänen & Kam 2022: 57.)

Tekoälyyn perustuvan automatisoidun diabeettisen retinopatian seulonnan diagnostisen tarkkuuden on todettu olevan varsin hyvä. Tekoälyalgoritmien on todettu suoriutuvan hyväksyttävästi diabeettisen retinopatian seulonnasta todellisten silmänpohjakuvien avulla verrattuna ihmisten tekemiin arviointeihin. Tekoäly tunnisti 94 % tapauksissa oikein silmänpohjakuvasta diabeettisen retinopatian sekä tunnisti myös 89 % oikein diabeettisen retinopatian puuttumisen. Silmänpohjakamera, jossa on tekoälyyn perustuva ohjelmisto, voi auttaa silmälääkäreitä vähentämään työmääräänsä ja parantamaan diabeettisen retinopatian diagnosoinnin tarkkuutta. (Sanil ym. 2024: 214.)

### **3 Työn tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset**

Työn tarkoituksena oli kirjallisuuskatsauksen avulla kartoittaa, miten digitaalisia ratkaisuja voidaan hyödyntää optometristien tarjoaman näönhuollon soveltamiseksi etäterveyden kautta sekä selvittää, millaiset tekijät edistävät tai estävät optometristien tarjoamien etäpalveluiden toteutumista.

Tavoitteena oli tuottaa optikkoliikkeiden käyttöön uutta tietoa teleoptometrian hyödyistä optometristin työn kehittämiseen ja optometristin etäpalveluiden tarjoamiseen asiakkaille sekä jäsentää uusia tutkimusaiheita mahdollista jatkotutkimusta varten.

## Tutkimuskysymykset

1. Millaiset tekijät edistävät tai estävät optometristin tarjoamien etäpalveluiden toteutumista?
2. Miten optometristin työnkuvaa voi kehittää hyödyntämällä etäpalveluita tai muita digitaalisia ratkaisuja?

## 4 Tutkimuksen toteutus

### 4.1 Kartoittava kirjallisuuskatsaus

Tämä opinnäytetyö toteutettiin scoping–kirjallisuuskatsauksena eli kartoittavana kirjallisuuskatsauksena. Juuri tämä menetelmä valittiin työhön, koska alustavien hakujen perusteella ei Suomesta löytynyt tutkittua tietoa digitaalisten ratkaisujen hyödyntämisestä optometristin työssä. Kansainvälisesti aihetta on kuitenkin jo tutkittu jonkin verran. Kartoittavalla kirjallisuuskatsauksella on mahdollista saada kattava kuva aiheesta jo tehdyistä tutkimuksista (Munn ym. 2018: 2; Vilka 2023: 12). Kartoittavassa kirjallisuuskatsauksessa tavoitteena on kattavasti kartoittaa tietyn aiheen kirjallisuutta ja luoda yleiskuva aihealueesta (Marjamaa & Sinisalo 2022; Salminen 2011: 6).

Kirjallisuuskatsaus on tutkimusmetodi, joka kokoaa ja esittelee keskeiset julkaisut ja tutkimustulokset, jotka liittyvät tiettyyn tutkimusaiheeseen (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017: 97; Vilka 2023: 13). Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kerätä yhteen useiden tutkimusten löydökset, jotka toimivat pohjana uusien tutkimustulosten kehittämiseksi (Salminen 2011: 4). Tämän menetelmän tavoitteena on tiivistää ja esitellä aiheeseen liittyvä keskeinen tieto alkuperäistutkimuksista sekä muodostaa kriittisesti arvioitu yhteenveto eli kokonaiskuva aiheesta (Vilka 2023: 11–12; Munn ym. 2018: 2).

Käytettyjen menetelmien tulee olla tiukkoja ja läpinäkyviä, jotta tulokset ovat luotettavia (Munn ym. 2018: 1). Kirjallisuuskatsauksessa on tärkeää suhtautua kriittisesti olemassa olevaa kirjallisuutta kohtaan (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017: 92). Tämän katsauksen tiedonhaku suoritettiin mahdollisimman huolellisesti ja tarkasti sekä kuvattiin tiedonhaun prosessi läpinäkyvästi, niin että se olisi toistettavissa. Mukaan valituille tutkimuksille suoritettiin aineiston laadun arviointi, jonka tarkoituksena oli lisätä työn luotettavuutta.

## 4.2 Tiedonhaun kuvaus

Aluksi määritettiin tutkimusongelma sekä käsitteet. Käsitteiden määrittelyn apuna käytettiin MeSH-termejä sekä Suomalainen asiasanasto- ja ontologia -palvelun Yleinen suomalainen ontologia -osiota. Kirjallisuushauissa käytetään yleisesti PICO-menetelmää ja siitä on olemassa erilaisia muunnelmia (Siltanen ym. 2023: 12). Tässä hakusanojen määrittelyssä hyödynnettiin PCC-menetelmää (taulukko 1). PCC-menetelmässä P on population eli potilasryhmä tai tutkimuksen kohde, ensimmäinen C on concept eli käsite ja toinen C on context eli konteksti tai toimintaympäristö (Siltanen ym. 2023: 13). Alustaviin hakuihin käytetyt hakusanat näkyvät alla olevassa taulukossa suomeksi ja englanniksi (taulukko 1). Hakusanoista yhdisteltiin hakulausekkeita Boolean operaattoreita hyödyntäen aina jokaisen tietokannan hakuominaisuudet huomioiden.

Taulukko 1. PCC menetelmän mukaiset alustavat hakusanat

P (population / tutkimuksen kohde)	C (Concept / käsite)	C (Context / toimintaympäristö)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optometrismi</li> <li>• Optikko</li> <li>• Optometria</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optometrist</li> <li>• Optician</li> <li>• Optometry</li> <li>• Eye care practitioner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etävastaanotto</li> <li>• Etänäöntutkimus</li> <li>• Etänäöntarkastus</li> <li>• Etäpalvelu</li> <li>• Teleoptometria</li> <li>• Videokonsultaatio</li> <li>• Etäkonsultaatio</li> <li>• Tekoäly</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teleoptometry</li> <li>• Remote eye-exam</li> <li>• Teleoptometric examination</li> <li>• Telehealth in visioncare</li> <li>• Telemedicine</li> <li>• E-health</li> <li>• Video consultation</li> <li>• Remote consultation</li> <li>• E-consultation</li> <li>• Artificial intelligence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitalisaatio</li> <li>• Digitaaliset palveluratkaisut</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitalization</li> <li>• Digitalisation</li> <li>• Digital service solutions</li> </ul>

Alustavia hakuja suoritettiin eri tietokannoissa alkuun pelkästään termillä teleoptometry, sillä aihetta on tutkittu sen verran vähän, että hakutuloksia tuli varsin maltillinen määrä ja löydetty tutkimukset oli mahdollista käydä yksitellen läpi otsikkotasolla. Löydettyjen mahdollisten tutkimusten asiasanastoista poimittiin lisää mahdollisia hakusanoja. Tiedonhakuja jatkettiin yhdistämällä optometry AND optometrist yksittäisiin PCC:n mukaisiin termeihin kuten teleoptometry, remote eye-exam sekä telehealth. Aihetta käsitteleviä tutkimuksia löytyi melko niukasti, joten hakuja pyrittiin laajentamaan lisäämällä aiheeseen liittyviä käsitteitä hakulausekkeeseen.

Tiedonhaun ja hakulausekkeen muodostamisen tukena konsultoitiin Metropolian kirjaston informaattikkoa. Informaatikon ohjeilla päädyttiin yksinkertaistamaan hakulauseketta ja tarkentamaan sen ulkoasua jättämällä turhia lainausmerkkejä pois ja muokkaamalla termejä yksinkertaisemmiksi, jotta haku kohdistuisi mahdollisimman laajaan tulokseen. Koska aihetta on tutkittu suhteellisen vähän ja ongelmana oli hakutulosten niukkuus, pyrittiin hakulausekkeella löytämään mahdollisimman runsaasti potentiaalisia tutkimuksia. Informaatikon ohjeiden mukaan päädyttiin myös katkaisemaan hakutermit tele-optometr\* sekä tele-optometr\* potentiaalisten tulosten määrän laajentamisen vuoksi.

Tarkoituksena oli muodostaa hakulauseke, joka toimisi kaikissa käytetyissä tietokannoissa sellaisenaan, jotta tiedonhaku olisi mahdollisimman systemaattista ja toistettavaa. Osa tietokannoista ei tukenut katkaisumerkin \* käyttöä, joten se jouduttiin jättämään tällöin pois. Testihakuja suoritettiin syksystä 2023 alkaen, mutta lopullisen hakulausekkeen testaus ja päätös tehtiin vuoden 2024 touko-kesäkuun aikana. Testihakujen perusteella termi e-health jätettiin pois, sillä se toi tuhansia osumia, jotka eivät kohdistuneet tutkimuskysymysten mukaisiin tuloksiin. Lisäksi termi "telehealth in vision care" oli liian yksityiskohtainen, joten jättämällä hakulausekkeeseen pelkkä telehealth tuli enemmän sopivia tuloksia. Digital service solution yksinkertaistettiin jättämällä service pois.

Lopulliseksi hakulausekkeeksi valittiin seuraava:

(optometry OR optometrist) AND (teleoptometr\* OR tele-optometr\* OR "remote eye exam" OR telehealth OR "digital solution" OR "artificial intelligence")

Tiedonhaku toteutettiin sähköisissä sosiaali- ja terveysalan tietokannoissa, joihin oli pääsy Metropolia Ammattikorkeakoulun kautta. Käytetyiksi tietokannoiksi valittiin alustavien hakujen tulosten perusteella kansainväliset tietokannat Cinahl, PubMed, ScienceDirect ja Google Scholar. Lopulliset tietokannat valikoituivat sen mukaan, mistä löytyi mahdollisimman paljon sopivia tutkimuksia, muttei myöskään liikaa epärelevantteja tutkimuksia, joita yhden henkilön olisi mahdotonta käydä läpi opinnäytetyöhön käytettävät resurssit huomioiden. Haku aloitettiin Cinahl-tietokannasta, sillä sieltä muodostui selkeä hakulauseke, jota voitiin hyödyntää myös muissa tietokannoissa.

Tiedonhaku toteutettiin 7.10.2024 valittuihin tietokantoihin. Haussa löytyneet tutkimukset käytiin läpi loka-marraskuun aikana ensin otsikoiden perusteella, sitten tiivistelmien ja lopuksi lukien koko tekstit sisäänotto- ja poissulkukriteerien mukaisesti. Osa tutkimuksista esiintyi useammassa tietokannassa, joten duplikaatit poistettiin tiivistelmiä

läpi käydessä. Hakutuloksista karsittiin tietoisesti pois tekoälyn hyödyntäminen silmäm- pohjakuvien seulonnassa, koska tästä löytyy valtavasti tuloksia ja sitä käsitteleviä kirjallisuuskatsauksia on tehty myös paljon. Nämä tutkimukset ovat yleensä keskittyneet sairaaloihin, mutta sellaiset tutkimukset, jotka käsitelivät tekoälyn hyödyntämistä optikkoliikkeessä, sisällytettiin mukaan katsaukseen tutkimuskysymykset ja työn tavoite huomioiden.

#### 4.2.1 Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Tutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit määriteltiin työn tarkoituksen ja tutkimuskysymysten mukaan (taulukko 2). Poissulkukriteeriksi määriteltiin julkaisuajankohta ennen vuotta 2014, jotta katsaukseen löydetty tutkimukset olisivat ajankohtaisia ja tiedoillaan tuoreita. Työn aihe määriteltiin PCC-menetelmää hyödyntäen ja mukaan valittavissa tutkimuksissa tulisi käydä ilmi asiat, joita PCC-menetelmän mukaan pidettiin tärkeinä tätä työtä varten ja jotka auttavat vastaamaan tutkimuskysymyksiin.

Taulukko 2. Tutkimusten valinnassa käytetyt sisäänotto- ja poissulkukriteerit

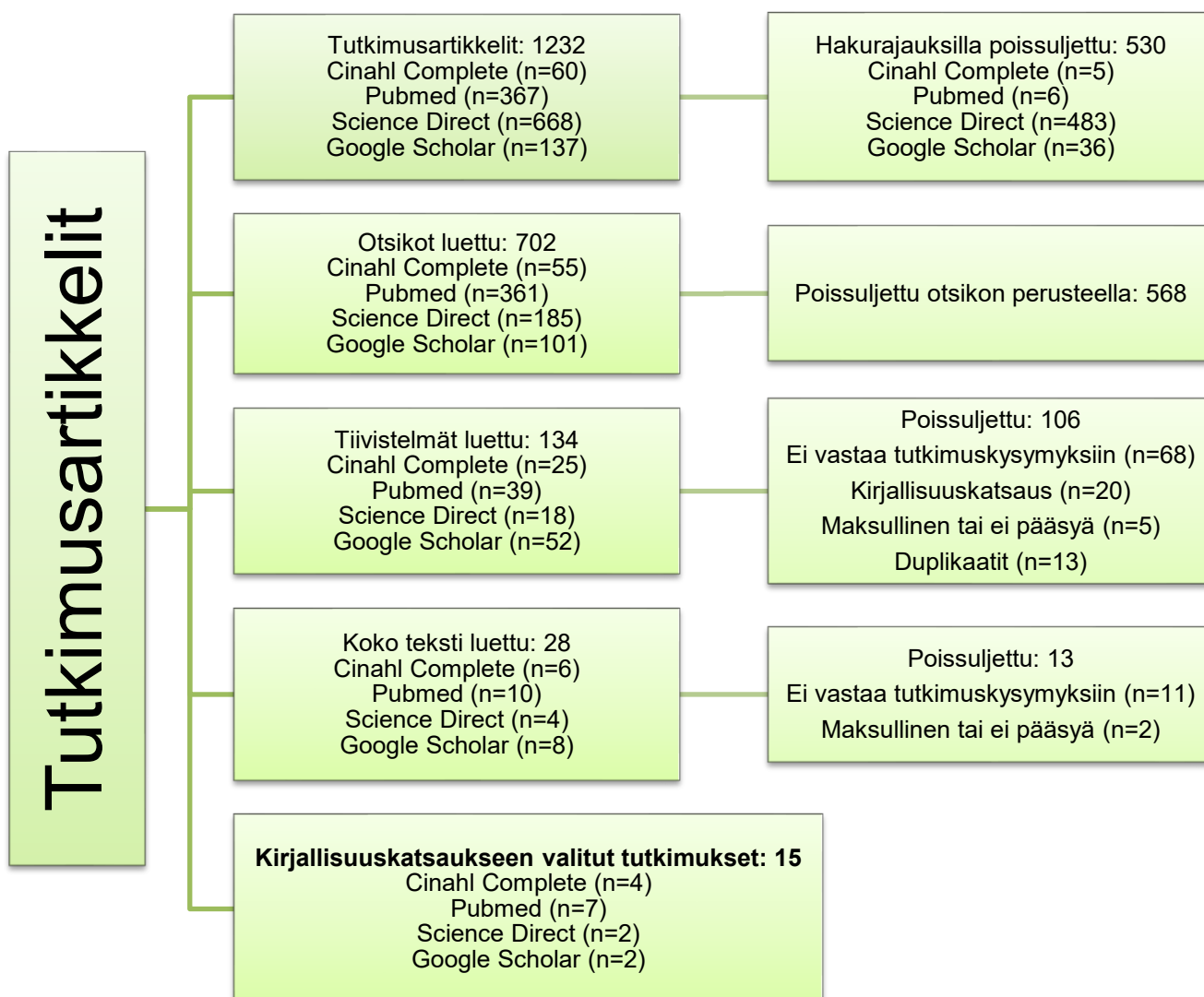
Sisäänottokriteeri	Poissulkukriteeri
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Julkaisuvuosi 2014–2024</li> <li>• Julkaisun kieli suomi tai englanti</li> <li>• Tutkimusartikkeli</li> <li>• Koko teksti saatavilla</li> <li>• Optikon työ</li> <li>• Teleoptometria</li> <li>• Etänäöntarkastus</li> <li>• Digitalisaatio optometrian alalla</li> <li>• Tekoälyn hyödyntäminen silmäm- pohjakuvien tulkin- nassa optikkoliikkeessä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Julkaistu ennen vuotta 2014</li> <li>• Muu kuin suomen tai englanninkielinen aineisto</li> <li>• Opinnäytetyö, muu julkaisu</li> <li>• Maksullinen tai erikseen tilattava aineisto</li> <li>• Silmälääkärin tai muun terveydenhuollon ammattihenkilön työ</li> <li>• Teleoftalmologia</li> <li>• Perinteinen näöntarkastus</li> <li>• Digitalisaatio muussa terveydenhuollossa tai muilla aloilla</li> <li>• Tekoälyn hyödyntäminen silmäm- pohjakuvien seulonnassa sairaalassa</li> </ul>

Systemaattisen tiedonhaun avulla löytyneet tutkimukset käytiin läpi taulukko 2 mukaisen sisäänotto- ja poissulkukriteerien avulla ensin otsikkotasolla, sitten tiivistelmän ja lopuksi koko tekstien lukemisen kautta. Mukaan valittiin vain tutkimuksia, jotka vastasivat tutkimuskysymyksiin. Valittujen tutkimusten kielen tuli olla suomi tai englanti ja tutkimusten tuli olla kokonaisuudessaan vapaasti saatavilla verkosta ilman maksullista tilausta. Tietokantahauissa löytyneet muut kirjallisuuskatsaukset jätettiin pois lopullisista

mukaan valituista tutkimuksista. Myös teleoftalmologiaa käsittelevät tutkimukset jätettiin pois ja mukaan valittiin vain teleoptometriaa käsittelevät tutkimukset.

#### 4.2.2 PRISMA-kaavio

Tiedonhaun prosessi on kuvattu alla olevaan PRISMA flow-chartiin (kuvio 1). Kaaviossa on esitetty jokaisen tietokannan osalta katsaukseen valitut ja poissuljetut tutkimukset sisäänotto- ja poissulkukriteerien mukaisesti sekä poissulkujen syyt.



Kuvio 1. Tiedonhaun kuvaus PRISMA flow-chartin mukaisesti

Suurin osa tiedonhaussa löydetyistä tutkimuksista karsiutui pois, koska ne eivät vastanneet tämän katsauksen tutkimuskysymyksiin. Lisäksi tiedonhaulla löytyneet kirjallisuuskatsaukset karsittiin pois. Myös tutkimukset, joihin ei ollut pääsyä suljettiin pois. Tietokantahaun lopuksi mukaan kirjallisuuskatsaukseen valittiin viisitoista tutkimusta.

#### 4.2.3 Aineistonhallinta

Kirjallisuuskatsauksessa dokumentoidaan kaikki vaiheet ja päätökset tarkasti aineistonhallinnan varmistamiseksi. Tiedonhakuprosessi ja kirjallisuuskatsauksen eri vaiheet taulukoitiin Exceliin ja dokumentoitiin tutkimuspäiväkirjaan, jotta katsaus olisi luotettava, toistettavissa ja avoin tarkasteltavaksi. Tiedonhaku tehtiin systemaattisesti luotettavista tietokannoista. Hakulausekkeita testattiin kattavien ja relevanttien tulosten löytämiseksi, ja sisäänotto- ja poissulkukriteerit määriteltiin tutkimuskysymysten perusteella. Prosessi on dokumentoitu PRISMA-kaavioon katsauksen läpinäkyvyyden takaamiseksi.

Tiedonhaulla löydetyt tutkimukset tallennettiin Zotero-viitteidenhallintaohjelmaan, jossa duplikaatit poistettiin. Valittujen tutkimusten metatiedot, kuten tekijät, julkaisuvuosi, sijainti, tutkimuksen tyyppi ja tulokset, tallennettiin Exceliin. Laadunarviointi tehtiin JBI:n laadunarviointityökaluilla. Tulosten analysoinnissa ja synteessissä hyödynnettiin Excel-taulukointia. Tässä työssä ei käsitellä henkilötietoja, sillä aineisto koostuu aiemmin tehdyistä tutkimuksista ja näin ollen eettistä ennakoarviointia ei tarvittu.

### 4.3 Tutkimusten yhteenveto

Katsaukseen mukaan valittiin viisitoista alkuperäistutkimusta, jotka oli julkaistu vuosina 2021–2024 (taulukko 3). Tutkimuksista seitsemän oli diagnostisen testin tarkkuustutkimuksia (Patel ym. 2023; Randhawa ym. 2023; Morettin ym. 2023; Sanghera ym. 2023; Steren & Young & Chow 2021; Kapur ym. 2024; Blais ym. 2024). Neljä tutkimusta oli menetelmältään poikkileikkaustutkimuksia (Ezinne ym. 2023; Ho & Doig & Ly 2022; Scanzera ym. 2022; Liaqat & Latif 2024). Mukana oli yksi laadullinen tutkimus (Constantin ym. 2023), yksi asiantuntijoiden näkemys ja narratiivinen teksti (Ping & Pye 2023), yksi satunnaistettu kontrolloitu tutkimus (Raffa & Balbaid & Ageel 2022) sekä yksi prevalenssitutkimus (Liddy ym. 2022).

Etänäöntarkastuksia ja näöntarkkuuden etämittausta käsitelleissä diagnostisen testin tarkkuustutkimuksissa otoskoot vaihtelivat 30–222 potilaan välillä (Patel ym. 2023; Randhawa ym. 2023; Morettin ym. 2023; Sanghera ym. 2023; Steren & Young & Chow

2021; Kapur ym. 2024; Blais ym. 2024). Neljässä tutkimuksessa otos oli 30 yli 18-vuotiasta potilasta ja nämä neljä tutkimusta on selvästi tehty samaan aineistoon, eli samat osallistujat ovat olleet kaikissa tutkimuksissa kohteena (Patel ym. 2023; Randhawa ym. 2023; Morettin ym. 2023; Sanghera ym. 2023.) Lisäksi eräässä tutkimuksessa testattiin yhteensä 25 erilaista sovellusta ja niiden tarkkuutta ja käytettävyyttä näöntarkkuuden määrittämiseen (Stereon & Young & Chow 2021). Toinen tutkimus taas selvitti älypuhelinpohjaisen sovelluksen luotettavuutta lasten näöntarkkuuden mittaamisessa ja vertaili vanhempien ja klinikon suorittamaa näöntarkkuuden mittausta perinteiseen menetelmään. Otoskoko oli 100 alle 18-vuotiasta lasta. (Raffa & Balbaid & Ageel 2022.)

Kuusi tutkimusta käsitteli optometristien asenteita ja näkemyksiä teleoptometriaa ja tekoälyn hyödyntämistä kohtaan. Otoskoot näissä vaihtelivat 13–400 optikon välillä. Lisäksi kahdessa tutkimuksessa oli myös selvitetty 6–7 silmälääkärin näkemyksiä aiheeseen liittyen. (Constantin ym. 2023; Ezinne ym. 2023; Ho & Doig & Ly 2022; Liddy ym. 2022; Scanzera ym. 2022; Liaqat & Latif 2024.) Yhdessä tutkimuksessa ei ollut tutkimusjoukkoa tai otosta, vaan siinä kehitettiin ehdotettu menetelmä kovien piilolinssien etäsovitukseen (Ping & Pye 2023).

Taulukko 3. Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset taulukoituna

Nro	Kirjoittajat, maa ja vuosiluku	Tutkimusasetelma	Tavoite	Tutkittavat	Tutkimuksen päätulokset	Laadun-arviointi
1	Patel ym. 2023 Yhdysvallat	Diagnostisen testin tarkkuustutkimus	Vertailla potilaiden tyytyväisyyttä etänäöntarkastukseen vs. perinteiseen kasvotusten tehtävä kattavaan silmätutkimukseen	30 Illinois College of Optometryn opiskelijaa (yli 18 v, ei silmäsairauksia tai -leikkauksia 90 vrk aikana)	Osallistujien raportoima tyytyväisyys DigitalOptometrics-teleoptometriseen tutkimukseen oli verrattavissa perinteiseen kasvotusten tehtävään kattavaan silmätutkimukseen	8/10
2	Randhawa ym. 2023 Yhdysvallat	Diagnostisen testin tarkkuustutkimus	Arvioida binokulaarisen näön ja akkommodaatiotestien luotettavuutta teleoptometrisessä tutkimuksessa verrattuna kasvokkain tehtävään tutkimukseen	30 Illinois College of Optometryn opiskelijaa (yli 18 v, ei silmäsairauksia tai -leikkauksia 90 vrk aikana)	Kohtuullinen yhdenmukaisuus horisontaalisen heteroforian osalta molemmissa tutkimuksissa.  Lähietäisyyden negatiivisen ja positiivisen fuusiovergenssin kahdentumis- ja palautumisparametrien osalta yhdenmukaisuus oli heikko.  Akkommodaatioarvioinnissa fused cross cylinder-testin (FCC, fuusioitu ristisylinteri) tulokset eivät olleet yhteneväisiä näiden tutkimusmenetelmien välillä.	8/10
3	Morettin ym. 2023 Yhdysvallat	Diagnostisen testin tarkkuustutkimus	Arvioida teleoptometrisen etärefraktion tarkkuutta verrattuna perinteiseen lähitutkimuksen subjektiiviseen refraktioon	30 Illinois College of Optometryn opiskelijaa (yli 18 v, ei silmäsairauksia tai -leikkauksia 90 vrk aikana)	27/30 reseptiä (90,0 %) yhteneviä molemmissa tutkimuksissa.  Kolme eroavaa reseptiä: Kaksi lievää hyperooppia sai miedosti myooppisen reseptin etänäöntarkastuksessa sekä yksi vahva myooppi, joka sai ylimääräistä miinusta etänäöntarkastuksessa	8/10
4	Sanghera ym. 2023 Yhdysvallat	Diagnostisen testin tarkkuustutkimus	Vertailla silmän etu- ja takaosan löydöksiä sekä silmänpaineen mittauksia perinteisen henkilökohtaisen	30 Illinois College of Optometryn opiskelijaa (yli 18 v, ei silmäsairauksia tai -leikkauksia 90 vrk aikana)	Takaosa: Tuloksista 28 /30 (93 %) vastasivat toisiaan.	8/10

Nro	Kirjoittajat, maa ja vuosiluku	Tutkimusasetelma	Tavoite	Tutkittavat	Tutkimuksen päätulokset	Laadun-arviointi
			silmätutkimuksen ja etäoptometristen tutkimusten välillä		<p>Etuosa: Teleoptometrian poikkeavuuksien tunnistamisen herkkyys 42,9 % ja tarkkuus 84,6 %.</p> <p>Koska teleoptometria ei tunnistanut poikkeavuuksia takaosan löydöksissä, herkkyys oli 0,0 % ja tarkkuus 100 %.</p>	
5	Steren ym. 2023 Yhdysvallat	Diagnostisen testin tarkkuustutkimus	Selvittää näöntarkkuuden testaukseen tarkoitettujen sovellusten tarkkuutta ja käytettävyyttä ja arvioida soveltuuko sovellukset telelääketieteen käyttöön	<p>Yhdysvalloissa Apple App Storessa saatavilla olevien näöntarkkuuden testaukseen tarkoitettuja sovelluksia:</p> <p>iPhoneilla testattiin 10 sovellusta.</p> <p>iPadeilla testattiin 9 sovellusta.</p> <p>6 sovellusta toimi sekä iPhoneilla että iPadilla,</p>	<p>Tarkimmat sovellukset olivat Visual Acuity Charts (0,2 % virhe), Kay iSight Test Professional (3,5 % virhe) ja Smart Optometry (15,9 % virhe).</p> <p>Silti yksikään sovellus ei ollut ihanteellinen, sillä mikään niistä ei yhdistänyt tarkkaa optotyypikokoa ja yhtenäistä näöntarkkuutta eri laitteilla.</p> <p>Useimmissa sovelluksissa tarkkuus heikko, osa sovelluksista epäluotettavia. Mikään sovellus ei täysin soveltuva telelääketieteeseen.</p>	6/10
6	Kapur ym. 2024 Intia	Diagnostisen testin tarkkuustutkimus	Arvioida koulutetun tekniikon Click-Check-laitteella etäoptometristin tuella suorittaman etärefraktion tarkkuutta verrattuna kultaiseen standardiin (naamioidun optometristin perinteinen näöntarkastus kasvokkain)	New Delhissä tehtiin 222 potilaalle ja 428 silmälle etärefraktio sekä perinteinen tutkimus	<p>Etärefraktioilla vahva yhdenmukaisuus perinteisen näöntarkastusten kanssa:</p> <p>84,6 % yhdenmukaisuus sfäärisessä korjauksessa ja 81 % sfäärisessä ekvivalentissa (keskimääräinen ero 0,11 dpt).</p> <p>82 % silmistä vastasi parasta korjattua näöntarkkuutta, ja 92 % oli 0,1 logMAR-erossa.</p> <p>Hajataiton akselisuunnassa 74 % silmistä oli hyväksyttävän 10 asteen sisällä.</p>	9/10

Nro	Kirjoittajat, maa ja vuosiluku	Tutkimusasetelma	Tavoite	Tutkittavat	Tutkimuksen päätulokset	Laadun-arviointi
7	Constantin ym. 2023 Iso-Britannia	Laadullinen tutkimus	<p>Selvittää optometristien odotuksia ja huolenaiheita kansallisesta kuvantutkimusarkistosta ja tekoälypohjaisen päätöksenteon tuen käytöstä.</p> <p>Kerätä ehdotuksia silmäterveydenhuollon parantamiseksi.</p>	<p>Skotlannissa haastateltiin puolistrukturoidusti verkossa 18 optometristia.</p> <p>Lisäksi 6 silmälääkärää haastateltiin heidän vuorovaikutuksestaan optometristien kanssa.</p>	<p>Kaikki optometristit tukivat retinakuvien keräämistä tutkimusrekisterin muodostamiseksi.</p> <p>Huolta ilmeni teknisistä vaikeuksista, standardoinnin puutteesta ja vaivasta, joka jakamiseen liittyi.</p> <p>Digitaalisten kuvien jakaminen parantaisi yhteistyötä optometristien ja silmälääkäreiden välillä, esim. siirryttäessä erikoissairaanhoidon.</p> <p>Optometristit myönteisiä laajentuneen perusterveydenhuollon rooliin sairauksien diagnosoimisessa ja hoidossa hyödyntäen uusia teknologioita ja odottivat merkittäviä terveyshyötyjä.</p> <p>Optometristit toivottivat tervetulleiksi tekoälyavustuksen, mutta vaativat, että sen ei tulisi vähentää heidän rooliaan ja vastuutaan.</p>	7/10
8	Ezinne ym. 2023 Trinidad & Tobago	Poikkileikkaustutkimus	Arvioida optometristien tietämystä, asenteita ja käsityksiä teleoptometriasta	Strukturoitu verkkokysely lähetettiin kaikille rekisteröidyille optometristeille Trinidad ja Tobagossa maaliskuusta kesäkuuhun 2021. 63/113 optometristiä vastasi (54,3 %).	<p>76,4 % optometristeista ei ollut koskaan tarjonnut teleoptometriapalveluja, ja vain harvalla (3,2 %) oli koulutusta teleoptometriasta.</p> <p>Tietojen keskimääräiset prosenttipisteet olivat merkittävästi alhaisemmat kuin asenne (38,5 ± 17,9 % vs 78,2 ± 29,9 %; ja käsitys (46,2 ± 11,4 %) pisteet.</p> <p>Vain harvat (19,0 %) harjoittivat teleoptometriaa työssään. Useimmilla (79,4 %) ammattilaisilla oli valmiudet teleoptometrian käyttöön, ja 25,4 % tunsu teleoptometriaan liittyviä työkaluja.</p>	

Nro	Kirjoittajat, maa ja vuosiluku	Tutkimusasetelma	Tavoite	Tutkittavat	Tutkimuksen päätulokset	Laadun-arviointi
9	Ping ym. 2023 Australia	Asiantuntijoiden näkemys ja narratiivinen teksti	Selvittää saatavilla olevia työkaluja, jotka mahdollistavat jatkuvan hoidon kovien kaasua läpäisevien piilolinssien käyttäjille, jotka eivät pysty osallistumaan kasvokkain tapahtuviin konsultaatioihin	Ensin kehitettiin menetelmä potilaan piilolinssisovituksen ja sarveiskalvon etäarviointiin.  Toiseksi etsittiin edullinen ja luotettava tapa mitata potilaan näöntarkkuus.  Kolmanneksi kehitettiin kyselylomake, jonka avulla ammattilaiset voivat kerätä tietoa optimaalisen potilashoidon tarjoamiseksi.	Makrolinssin, älypuhelimien ja lisämateriaalien käyttö mahdollistaa korkealaatuisten kuvien ottamisen silmän etuosasta ja kovista piilolinseistä. Kahden ilmaisen ja validoidun älypuhelinsovelluksen avulla voidaan mitata näöntarkkuutta Android- ja iOS-järjestelmissä.  Lisäksi kehitettiin kaksi kyselylomaketta, joiden avulla ammattilaiset voivat kerätä lisätietoja potilailta optimaalisen hoidon tarjoamiseksi.  Tutkimuksessa käytetyt välineet ovat edullisia, ja ne toimivat kasvokkain tapahtuvan konsultaation lisänä, eivät sen korvaajana. Älypuhelimien käyttö on edullista ja yleisesti saatavilla, mikä lisää menetelmän käytettävyyttä.  Menetelmä tarjoaa kustannustehokkaan tavan silmän etuosan kuvaamiseen. Menetelmä tukee silmän etuosan tilojen diagnosointia ja seuranta.	5/6
10	Ho ym. 2022 Australia	Poikkileikkaustutkimus	Tavoitteena oli selvittää optikoiden asenteita tekoälyn käyttöön verkkokalvosairauksien diagnosoinnin tukena	Kysely lähetettiin postitse 252 satunnaisesti valitulle optometrille ympäri Australiaa, ja vastaamattomille lähetettiin muistutuskyselyitä.  Vastausprosentti oli 53 % (133/252). Tulokset edustavat Australian toimivien optikoiden näkemyksiä 10 %:n virhemarginaalilla.	Optometristeillä positiivinen asenne tekoälyn käyttöön verkkokalvosairauksien diagnosoinnin tukena.  Suhtautuvat keskimäärin positiivisesti tekoälyn tulevaan käyttöön, keskiarvo 4,0.  78,2 % oli samaa mieltä tai täysin samaa mieltä tekoälyn käytöstä kliinisten kuvien arvioinnissa ja verkkokalvosairauksien diagnosoinnin tukena.  Vastaajat innostuneita tekoälyn lisääntyvästä käytöstä kliinisessä työssä (3,9) ja uskoivat,	6/8

Nro	Kirjoittajat, maa ja vuosiluku	Tutkimusasetelma	Tavoite	Tutkittavat	Tutkimuksen päätulokset	Laadun-arviointi
					<p>että ensisijaisessa silmäterveydenhuollossa tarvitaan tekoälyä (3,8).</p> <p>Ei ilmennyt merkittävää mieltymystä sen suhteen, pitäisikö tekoälyn antaa diagnoosisuositus hoitokäynnin aikana vai jälkikäteen toissijaisena mielipiteenä.</p> <p>Haittapuolena nähtiin tekoälysovellusten validoinnin puute.</p>	
11	Raffa ym. 2022 Saudi-Arabia	Satunnaisesti kontrolloitu tutkimus	Arvioida älypuhelinpohjaisen Smart Optometry-sovelluksen luotettavuutta lasten näöntarkkuuden mittauksissa ja verrata vanhempien ja klinikon suorittamaa näöntarkkuuden mittausta tavanomaiseen	100 alle 18-vuotiasta lasta (keski-ikä oli $9,92 \pm 3,0$ vuotta.).  Osallistujat satunnaistettiin aloittamaan joko perinteisellä kaukonäön näöntarkkuustestillä tai älypuhelinsovellukseen perustuvalla näöntarkkuusarviointilla, joka suoritettiin kahdesti sekä klinikon että tarvittaessa huoltajan toimesta.	<p>Smart Optometry -älypuhelinsovellus osoittautui hyväksyttäväksi kotikäyttöiseksi näöntarkkuuden testausvälineeksi, jolla on hyvä arvioiden välinen luotettavuus nuorilla lapsilla.</p> <p>Sovellus osoitti hyvän herkkyden normaalia heikomman näöntarkkuuden havaitsemisessa (89,3 %), mutta heikomman herkkyden amblyopian tunnistamisessa.</p> <p>Perinteisen kaukonäön ja sovelluksen logMAR-arvojen ero oli -0,023, ja lähinäön ja sovelluksen logMAR-arvojen ero oli -0,004.</p> <p>Sovelluksella mitattujen näöntarkkuusarvojen sisäluokkakorrelaatio klinikon ja huoltajan välillä oli 0,77 (95 % CI; 0,67–0,83) yksittäisillä mittauksilla ja 0,87 (95 % CI; 0,8–0,9) keskiarvomittauksilla.</p>	7/8

Nro	Kirjoittajat, maa ja vuosiluku	Tutkimusasetelma	Tavoite	Tutkittavat	Tutkimuksen päätulokset	Laadun-arviointi
12	Liddy ym. 2022 Kanada	Prevalenssitutkimus	Selvittää optikoiden ja silmälääkärien yhdistämisen toteutettavuus ja hyväksyttyvyys eConsult-palvelun kautta	Kuvaileva analyysi toteutettiin kaikille optikoiden lähettämille eConsult-tapauksille 03/2019–02/2020 (käyttötiedot) sekä erillinen kysely optikoille ja silmälääkäreille, jotka osallistuivat eConsult Vision -pilottiprojektiin (13 optikkoa viidestä kaakkoisalueen klinikasta ja 7 silmälääkärinä).	<p>Anonyymin verkkokyselyn vastaajista 68 % arvosti saman terveystason silmähoidon ammattilaisten rekrytointia ja sitoutumista projektiin. eConsult-palvelun vaikutuksen ammattilaisryhmien väliseen suhteeseen arvioitiin olevan "jonkin verran positiivinen" (27 %) tai "erittäin positiivinen" (50 %).</p> <p>Tulokset osoittivat, että optikoiden mahdollisuus pyytää erikoisneuvoja silmälääkäreiltä oli sekä hyväksyttävää että toteutettavissa.</p> <p>Alun perin glaukoomaan keskittynyt pilottihanke laajennettiin käsittämään useita muita silmälääketieteen erikoisaloja hoitovajeiden paikkaamiseksi. Sekä optikot että silmälääkärit antoivat hankkeelle yleisesti ottaen myönteistä palautetta.</p>	7/9
13	Scanzera ym. 2022 Yhdysvallat	Poikkileikkaustutkimus	Kuvata optikoiden nykyisiä näkemyksiä tekoälystä silmäterveydenhuollossa	American Academy of Optometryn jäsenille (5092 hlö) lähetettiin sähköinen kutsu kyselyyn. Yht. 400 optikkoa vastasi kyselyyn (vastausprosentti 7,8 %).	<p>Suurin osa oli tutustunut tekoölyyn (66,8 %), mutta puolet oli huolissaan tekoälyn diagnostiikasta (53,0 %). Kolmasosa vastaajista oli epävarmoja tekoälyn käytöstä, mikä voi vaikuttaa huoleen.</p> <p>Useimmat uskoivat sen parantavan optometrian käytäntöjä (72,0 %), ja halukkuus ottaa tekoäly käyttöön kasvoi pandemian myötä (53,3 % → 65,5 %).</p> <p>Suurin osa vastaajista uskoi, että tekoäly tulisi sisällyttää optometrian koulutusohjelmiin tai erikoistumisjaksoihin.</p>	6/8

Nro	Kirjoittajat, maa ja vuosiluku	Tutkimusasetelma	Tavoite	Tutkittavat	Tutkimuksen päätulokset	Laadun-arviointi
14	Blais ym. 2024 Kanada	Diagnostisen testin tarkkuustutkimus	Edistää etäsilmäterveydenhuollon käytäntöohjeita vertailemalla kattavaa etäsilmätutkimusta ja perinteistä tutkimusta	<p>Tutkittiin yht. 66 osallistujaa toistomittaus-metodilla vertaillen etä- ja läsnätoteutettuja silmätarkastuksia.</p> <p>Osallistujat, joilla ei ollut aiempaa kokemusta perussilmätutkimuksista, rekrytoitiin sosiaalisen median kautta Montrealin yliopiston opiskelijoista.</p> <p>Poissulkukriteerejä akuutit silmätilat ja tietyt näkövamma muodot, mutta krooniset sairaudet, kuten diabeettinen retinopatia ja glaukooma, sallittiin.</p>	<p>Etätutkimusten ja perinteisten subjektiivisten refraktioiden vastaavuus oli hyvästä erinomaiseen sfäärissyylinterivoimakkuuden ja parhaan korjatun näöntarkkuuden osalta.</p> <p>Näkömukavuudessa ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa menetelmien välillä.</p> <p>Silmien terveydentilan arvioinnin osalta vastaavuus etä- ja läsnätutkimusten välillä vaihteli kohtalaisesta lähes täydelliseen, mutta on huomioitava, että tutkimusotokseen kuului vain vähän silmäsairauksia.</p> <p>Näönhuollon ammattilaisten itsevarmuuden taso ja potilaiden tyytyväisyys olivat tilastollisesti korkeampia kasvokkain tehdyissä tutkimuksissa.</p>	7/10
15	Liaqat ym. 2024 Pakistan	Poikkileikkaustutkimus	Ymmärtää optikoiden perehtyneisyyden tasoa teleoptometriaan sekä heidän mielipiteitään sen tehokkuudesta	49 Pakistaniin rekisteröityä optikkoa College of Ophthalmology and Allied Vision Sciences -oppilaitoksessa Mayo-sairaalassa Lahoren kaupungissa kesäkuusta 2023 marraskuuhun 2023.	<p>Pakistanin optikoiden yleinen ymmärrys teleoptometriasta oli huomattavan alhainen, eikä heillä ollut koulutusta sen käyttöönotosta käytännössä.</p> <p>N.60 % osallistujista ilmoitti tuntevansa teleoptometriassa käytettäviä alustoja/ohjelmistoja.</p> <p>93 % osallistujista arvioi, että he voisivat ottaa teleoptometrian käyttöön omassa toiminnassaan.</p> <p>Vaikka tietämys teleoptometriasta Pakistanissa on vähäistä, positiivinen asenne ja suotuisat</p>	5/8

Nro	Kirjoittajat, maa ja vuosiluku	Tutkimus- asetelma	Tavoite	Tutkittavat	Tutkimuksen päätulokset	Laadun- arviointi
					<p>käsitykset teleoptometriaa kohtaan olivat yleisiä. Tulokset korostivat teleterveyden kustannustehokkuutta ja sen mahdollisuutta hyödyntää terveydenhuollon resursseja tehokkaammin.</p> <p>Negatiivisena nähtiin huoli tulosten tarkkuudesta sekä heikko internetyhteys, minkä havaittiin olevan ongelma myös silmälääkäreiden keskuudessa. Vähäiseen tietoisuuteen vaikutti mm. resurssien puute, riittävien suositusten ja ohjeistuksen puute.</p> <p>Suurin osa vastaajista ei ollut ottanut teleoptometriaa käyttöön, vaikka olisi siihen kykeneväisiä, mikä johtui pääasiassa tietämyksen ja sopivan koulutuksen puuttumisesta.</p>	

#### 4.4 Aineiston laadunarviointi

Kirjallisuuskatsauksissa tärkeää on, että aineiston laadunarviointi suoritetaan ja että mukaan valittu aineisto on laadultaan hyvää ja tarkoituksenmukaista. Laadunarviointi tarkoittaa sitä, että jokainen valikoitu tutkimus arvioidaan erikseen. Laadunarvioinnissa keskitytään siihen, kuinka hyvin valittu tutkimus on suoritettu ja kuinka se vastaa kirjallisuuskatsauksen tavoitteita sekä asetettua tutkimuskysymystä. (Vilka 2023: 92.)

Tämän kirjallisuuskatsauksen aineiston laadunarviointi toteutettiin JBI Joanna Briggs instituutin laadunarvioinnin työkalujen avulla. Kyseisiä tarkistuslistoja käytetään sisäänottokriteerit täyttäneiden kirjallisuuskatsaukseen mukaan valittujen tutkimusten kriittiseen metodologisen laadun arviointiin. Hotus on suomentanut alun perin englanniksi olleet työkalut. Erilaisille tutkimusmenetelmille on omat erilliset tarkistuslistat, joissa on useita arviointikriteereitä. (Hoitotyön tutkimussäätiö.) Kerätyn aineiston tarkastelun tulee olla kriittistä ja sen luotettavuutta on arvioitava erityistä huomiota kiinnittäen. Aineiston näkökulmat on otettava huomioon pohdinnassa ja käytävä läpi tutkittavan ilmiön kannalta merkityksellisiä kriteereitä. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017: 91–93.)

Jokainen sisäänottokriteerien mukaisesti katsaukseen mukaan valittu tutkimus arvioitiin JBI tarkistuslistojen avulla käyttäen kunkin tutkimuksen tutkimusmenetelmän mukaista kriteeristöä. Laadunarvioinneista on koostettu yhteenveto alla olevaan taulukkoon ja siitä löytyy käytetty kriteeristö ja tutkimuksen saamat laadunarvion pisteytykset (taulukko 4).

Taulukko 4. Tutkimusartikkeleiden laadunarvioinnit JBI-kriteerien mukaisesti. (• diagnostisen testin tarkkuustutkimus) (•• laadullinen tutkimus) (••• poikkileikkaustutkimus) (•••• asiantuntijoiden näkemys ja narratiivinen teksti) (••••• satunnaistettu kontrolloitu tutkimus) (•••••• prevalenssitutkimus). (K1= 1. kysymys, K2= 2. kysymys jne.) (E=Ei, K=Kyllä, ?=Epäselvä, N/A=Ei sovellettavissa)

Tutkimus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Yhteensä
1 Patel ym. 2023 •	E	E	K	K	K	K	K	K	K	K	8/10
2 Randhawa ym. 2023 •	E	E	K	K	K	K	K	K	K	K	8/10
3 Morretin ym. 2023 •	E	E	K	K	K	K	K	K	K	K	8/10
4 Sanghera ym. 2023 •	E	E	K	K	K	K	K	K	K	K	8/10
5 Steren ym. 2021 •	E	K	K	K	K	K	?	K	N/A	N/A	6/10
6 Kapur ym. 2024 •	K	K	K	K	N/A	K	K	K	K	K	9/10
7 Constantin ym. 2023 ••	K	K	K	K	K	E	E	K	?	K	7/10
8 Ezinne ym. 2023 •••	K	K	K	K	K	E	?	K			6/8
9 Ping ym. 2023 ••••	K	?	K	K	K	K					5/6
10 Ho ym. 2022 •••	K	K	K	K	?	?	K	K			6/8
11 Raffa ym. 2022 •••••	K	K	K	K	K	?	K	K			7/8
12 Liddy ym. 2022 ••••••	E	K	E	K	K	K	K	K	K		7/9
13 Scanzera ym. 2022 •••	K	K	K	K	K	?	?	K			6/8
14 Blais ym. 2024 •	K	K	K	K	K	N/A	N/A	K	N/A	K	7/10
15 Liaqat ym. 2024 •••	K	K	N/A	K	K	N/A	N/A	K			5/8

Tutkimuksista kaikki saivat riittävän hyvät laadunarvioinnin pisteet, jotta ne voitiin hyväksyä mukaan kirjallisuuskatsaukseen. Mikäli jokin tutkimuksista olisi saanut alle puo-

let maksimipistemäärästä, olisi kyseisen tutkimuksen voinut jättää katsauksen ulkopuolelle työn laadun säilyttämisen vuoksi. Toisaalta laadultaan heikommatkin tutkimukset tuovat katsaukseen tärkeää tietoa. (Vilkkä 2023: 16.)

#### 4.5 Aineiston analysointi

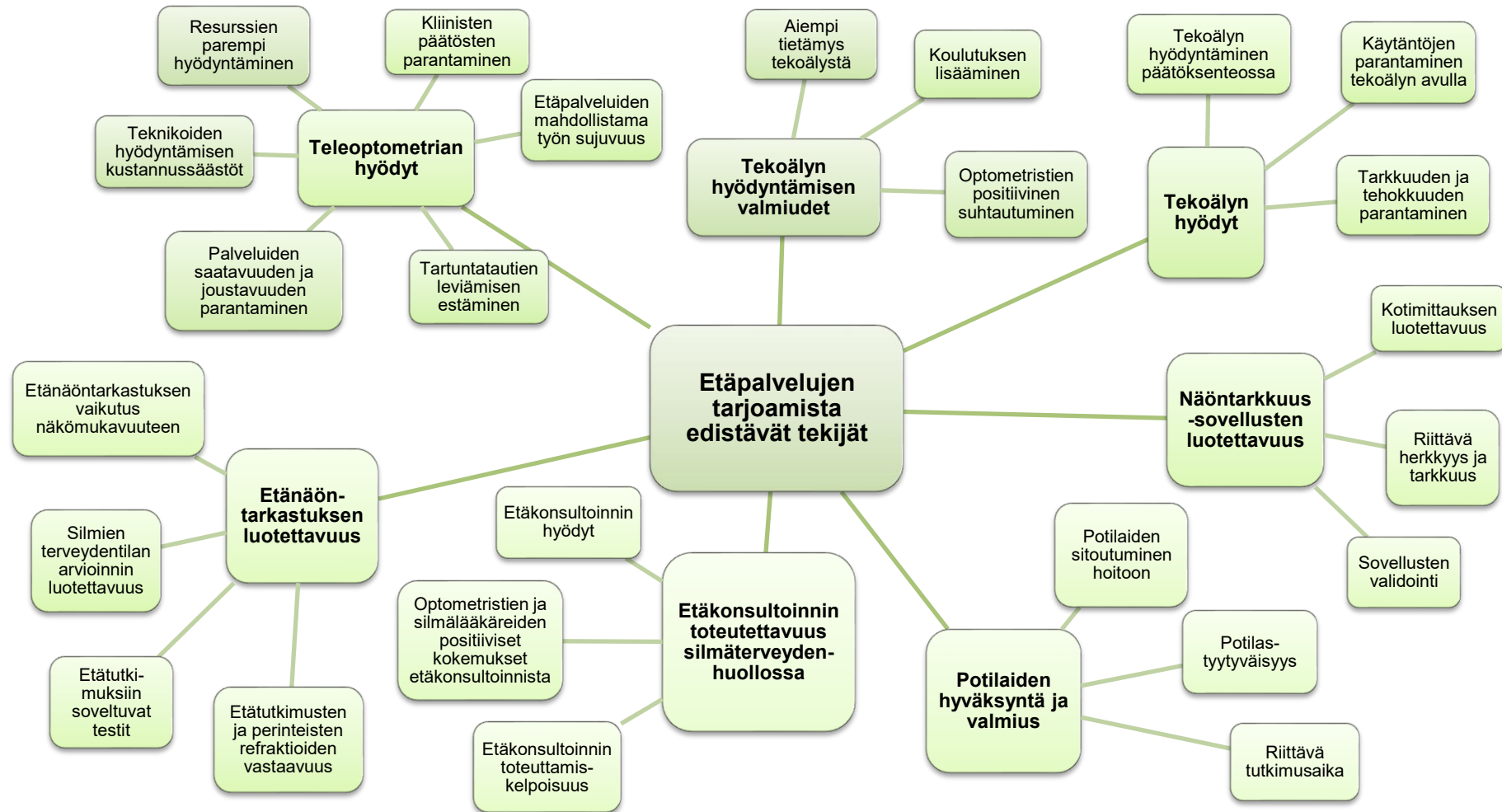
Tutkimuksen alusta alkaen päämääränä on ollut kerätyn aineiston analysointi, tulkinta ja johtopäätösten muodostaminen, mikä muodostaa tutkimuksen keskeisen ytimen. Analyysivaiheessa tutkija saa selville, millaisia vastauksia tutkimusongelmiin löytyy. (Hirsjärvi & Remes & Sajavaara 2009: 221.) Kirjallisuuskatsaukseen mukaan valittavien tutkimusten laatu arvioidaan ja aineisto analysoidaan induktiivisella eli aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä. Sisällönanalyysia käytetään kirjallisuuskatsauksissa riippumatta siitä, analysoidaanko tutkimuskohteesta laadullista vai määrällistä tietoa. (Vilkkä 2023: 86.) Induktiivinen sisällönanalyysi rakentuu sanojen luokittelemiselle niiden teoreettisen sisällön mukaan ja pohjautuu induktiiviseen päättelyyn, jota ohjaa tutkimuksen kysymyksenasettelu. Tämä lähestymistapa on sopiva, kun tutkittavasta aiheesta on vähän tai pirstaleista tietoa. Kategoriat luodaan suoraan aineistosta tutkimusongelmia hyödyntäen. Induktiivisessa analyysissä pyritään muodostamaan teoreettinen viitekehys aineistosta ilman, että sitä värittävät aiemmat teoriat tai havainnot. Analyysiyksikkö voi olla esimerkiksi yksittäinen sana tai lause, ja sen määrittelyyn vaikuttavat tutkimuskysymykset sekä aineiston luonne. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017: 167.)

Aineistolähtöinen sisällönanalyysi voidaan jakaa kolmiosaiseksi vaiheittaiseksi prosessiksi, johon sisältyy redusointi eli aineiston pelkistäminen, klusterointi eli aineiston ryhmittely sekä abstrahointi eli teoreettisten käsitteiden luominen (Tuomi & Sarajärvi 2018: 110–114; Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017: 167). Pelkistämässä aineistosta etsitään tutkimuskysymyksen avulla kuvailevia ilmaisuja. Klusterointivaiheen aikana analysoidaan tarkkaan aineistosta löytyvät alkuperäiset ilmaukset ja etsitään niiden välisiä yhtäläisyyksiä. Toisiaan vastaavat käsitteet ryhmitellään yhteen ja muodostetaan luokkia, jotka nimetään sisällön mukaan kuvaavimmalla termillä. Tässä prosessissa aineisto tiivistetään, kun yksittäiset tekijät integroidaan laajempiin käsitteisiin. Abstrahointivaiheessa keskitytään erottamaan ja valikoimaan tutkimukselle keskeinen tieto, jonka pohjalta luodaan teoreettisia käsitteitä. (Tuomi & Sarajärvi 2018: 110–114.)

Tavoitteena sisällönanalyysille on luoda aineistosta soveltuvalla tavalla asiakokonaisuus eli synteesi. Aineiston analysointivaiheessa tiedot kootaan yhteen taulukoimalla. Taulukointi on hyödyllinen analysoinnin apuväline etenkin silloin, kun tavoitteena on tut-

kimuksissa käytettyjen ideoiden ja käsitteiden kartoittaminen sekä aineiston kuvaaminen yksiselitteisesti teemoitellen. Kirjallisuuskatsauksessa keskeistä on, että aineisto analysoidaan tutkimuksen kontekstissa siten, että lukija kykenee löytämään saman aineiston, tunnistamaan niistä saman merkitykselliseksi määritellyn sisällön sekä toistamaan sisällönanalyysin. (Vilkkä 2023: 87–88, 90.)

Kaikki katsaukseen valitut tutkimukset käytiin yksitellen läpi, keräten taulukkoon kaikki tutkimuskysymyksiin vastaavat kohdat jokaisesta tutkimuksesta. Alkuperäisilmaisut suomennettiin ja pelkistettiin yksinkertaisempaan muotoon. Tämän jälkeen pelkistetyistä ilmauksista etsittiin samankaltaisuuksia ja aineisto kvantifioitiin. Yhdistävien tekijöiden perusteella ilmaukset ryhmiteltiin kuvaaviin alaluokkiin. Alaluokat taas vuorostaan yhdisteltiin yläluokkiin ja yläluokat vielä lopuksi pääluokkiin. Tarkempi kuvaus tästä luokittelusta löytyy kuvioista 2, 3 ja 17. Aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä pääluokiksi muodostuivat etäpalvelujen tarjoamista edistävät tekijät (kuvio 2), etäpalvelujen tarjoamista estävät tekijät (kuvio 3) sekä digitaaliset ratkaisut optometristin työssä (kuvio 17). Tulokset avataan tarkemmin seuraavassa luvussa.



Kuvio 2. Kuvaus aineiston analyysin pääluokasta "etäpalvelujen tarjoamista edistävät tekijät", sen alaiset yläluokat lihavoituna sekä niiden alaiset alaluokat



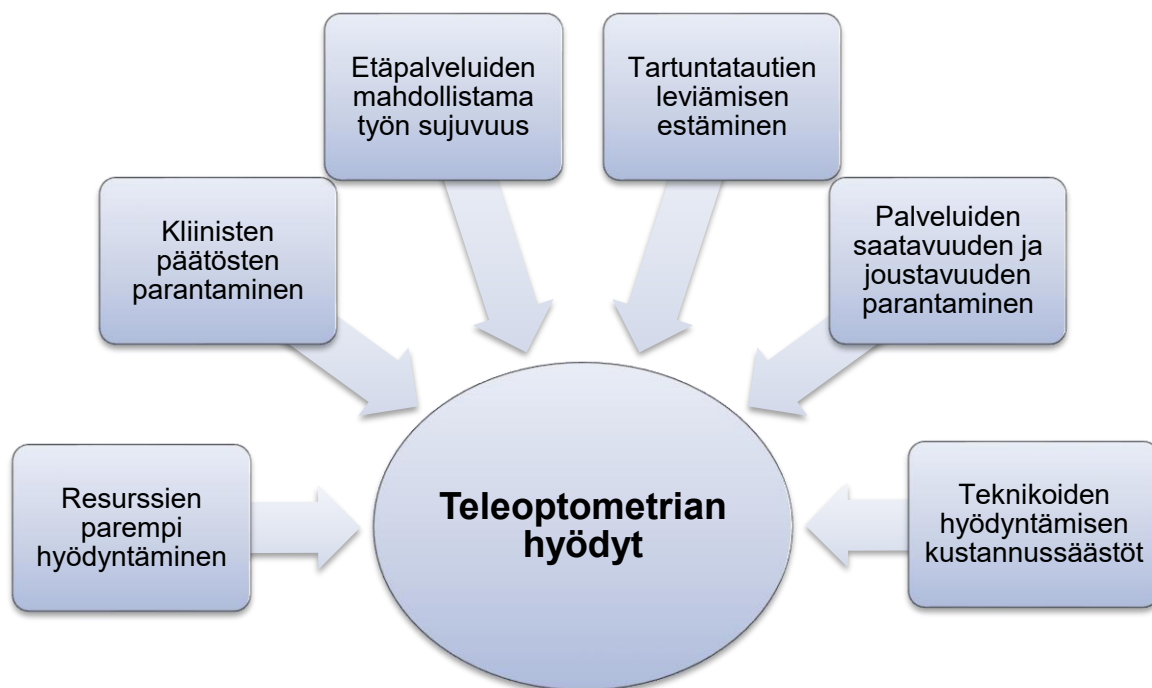
Kuvio 3. Kuvaus aineiston analyysin pääluokasta "etäpalvelujen tarjoamista estävät tekijät", sen alaiset yläluokat lihavoituna sekä niiden alaiset alaluokat

## 5 Tulokset

### 5.1 Etäpalvelujen tarjoamista edistävät tekijät

#### 5.1.1 Teleoptometrian hyödyt

Tässä kirjallisuuskatsauksessa teleoptometrian hyödyiksi tunnistettiin resurssien parempi hyödyntäminen, kliinisten päätösten parantaminen, etäpalveluiden mahdollistama työn sujuvuus, tartuntatautien leviämisen estäminen, palveluiden saatavuuden ja joustavuuden parantaminen sekä teknikoiden hyödyntämisen tuomat kustannussäästöt (kuvio 4). Trinidad ja Tobagon optometristeistä 43 % käyttää teleoptometriaa ensisijaisesti koronaviruksen leviämisen ehkäisemiseen, 33 % helpottaakseen optometriapalvelujen saatavuutta ja saavutettavuutta, ja 21 % kliinisten päätösten tueksi. Vastaajista 87 % piti teleoptometriaa kliinisesti hyödyllisenä ja 70 % toteuttamiskelpoisena. (Ezinne ym. 2023.) Pakistanissa 93 % optometristeistä arvioi, että he voisivat ottaa teleoptometrian käyttöön omassa toiminnassaan, ja noin 60 % ilmoitti tuntevansa siihen liittyvät alustat ja ohjelmistot. Vaikka tietämys aiheesta on yhä rajallista, yleinen asenne oli positiivinen ja teleoptometria nähtiin kustannustehokkaana keinona hyödyntää terveydenhuollon resursseja paremmin. (Liaqat & Latif 2024.)



Kuvio 4. Teleoptometrian hyödyt

Teleoptometrian on todettu mahdollistavan perinteistä tutkimusta vastaavan työnkulun, koska useat etäalustat tukevat samankaltaista testijärjestystä ilman, että hoidon laatu heikkenee. Etänäöntutkimukset voivat parantaa optometrisen hoidon saatavuutta erityisesti alueilla, joilla palvelua ei muuten ole tarjolla. Maaseutualueilla teleoptometria säästää aikaa, vähentää matkustamista ja tarpeettomia lähetteitä (Patel ym. 2023: 61–62).

Yksityisvastaanotoilla teleoptometria voi laajentaa aukioloaikoja, mahdollistaa ilta- ja viikonloppuvastaanottoja ja palvella paremmin työssäkäyviä potilaita, jotka voivat saada digitaalisen näöntutkimuksen ja silmälasireseptin itselleen sopivaan aikaan. Käyttöönnoton kustannukset yksityisvastaanotoilla ovat matalat, sillä teleoptometriassa käytetään pääosin samoja laitteita kuin perinteisessä optometriassa. Esimerkiksi DigitalOptometrics-teknologia hyödyntää jo olemassa olevaa kalustoa, ja kulut koostuvat lähinnä alustamaksuista ja teknikon palkasta, joka on edullisempi ratkaisu kuin paikan päällä työskentelevä optometrismi. (Morettin ym. 2023: 35). Teknikot voidaan kouluttaa nopeasti tavanomaiseen näöntarkastusprosessiin, ja he voivat toimia yhdessä pätevän etäoptometristin kanssa. Etänäöntarkastussovellukset mahdollistavat laadukkaan silmälasireseptin laatimisen optometristin ohjeiden mukaisesti. (Kapur ym. 2024.)

### 5.1.2 Etäkonsultoinnin toteutettavuus silmäterveydenhuollossa

Silmälääkäreiden etäkonsultointimahdollisuus tuli esiin yhtenä optometristien etäpalvelumahdollisuutena ja sen käyttöönottoa edistäviksi tekijöiksi tunnistettiin tässä katsauksessa etäkonsultoinnin toteuttamiskelpoisuus, optometristien ja silmälääkäreiden positiiviset kokemukset etäkonsultoinnista sekä etäkonsultoinnin hyödyt (kuvio 5). Optometristien ja silmälääkärien välinen etäkonsultointi todettiin hyväksyttäväksi ja toteuttamiskelpoiseksi ratkaisuksi erikoislääkärin neuvojen saamiseksi ja sen nähtiin paikkaavan palveluaukkoja tarjoamalla potilaille asiantuntijaneuvontaa (Liddy ym. 2022).



Kuvio 5. Etäkonsultoinnin toteutettavuus silmäterveydenhuollossa

eConsult Vision -pilottihankkeessa 72 % päätetyistä tapauksista vahvisti optometristin alkuperäisen suunnitelman ja 77 % optometristeistä piti hanketta erittäin opettavaisena. Palautteet optometristien ja silmlääkäreiden yhteistyöstä olivat pääosin myönteisiä, sillä 50 % kuvasi vaikutuksen erittäin myönteiseksi ja 27 % jonkin verran myönteiseksi. (Liddy ym. 2022.)

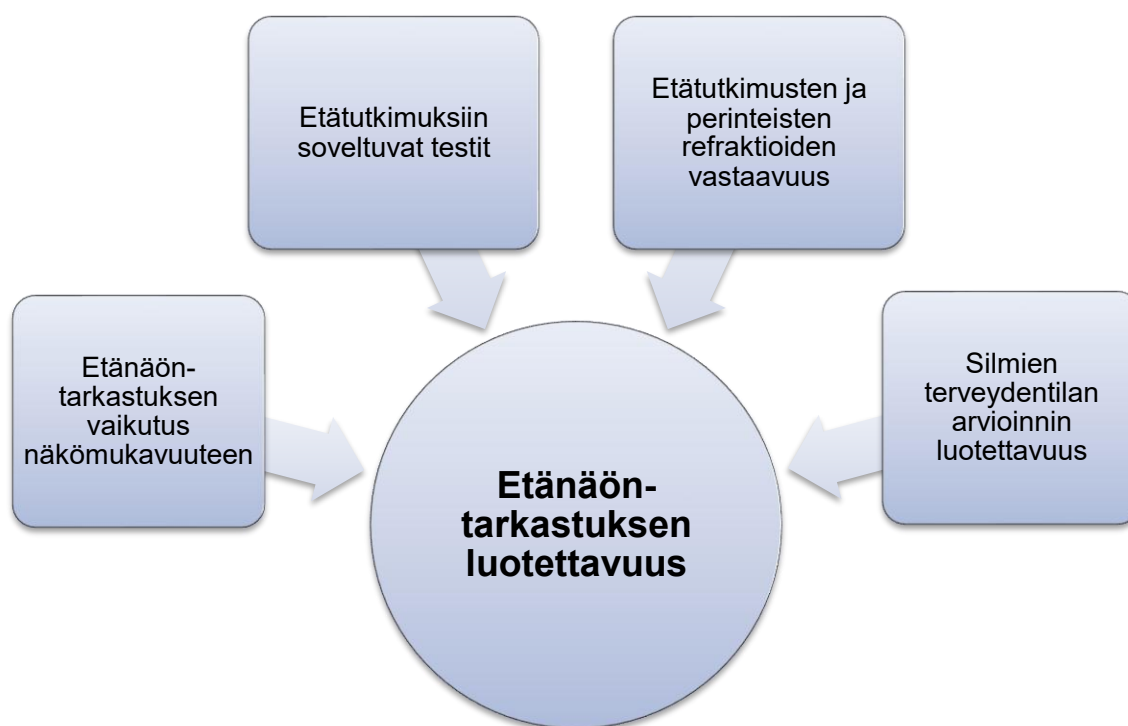
### 5.1.3 Etänäöntarkastuksen luotettavuus

Useampi tässä katsauksessa mukana oleva tutkimus käsitteli etänäöntarkastusten luotettavuutta. Luotettavuuteen vaikuttavia osatekijöitä olivat etänäöntarkastuksen vaikutus näkömukavuuteen, etätutkimuksiin soveltuvat testit, etätutkimusten ja perinteisten refraktioiden vastaavuus sekä silmien terveydentilan arvioinnin luotettavuus (kuvio 6). Etänäöntarkastukset todettiin luotettaviksi kaikissa tarkastelluissa tutkimuksissa (Morettin ym. 2023: 30; Blais ym. 2024; Kapur ym. 2024). Sfäärinen voimakkuus, sfäärinen ekvivalentti ja sylinterivoimakkuus olivat etä- ja lähitutkimuksissa yhtä luotettavia ja sfäärisellä ekvivalentilla havaittiin vahva korrelaatio kahden menetelmän välillä. Silmälasiresepteistä 90 % oli yhteneviä menetelmien kesken. (Morettin ym. 2023: 32, 34.)

Parhaan korjatun näöntarkkuuden osalta yli 82 % silmistä saavutti saman tason sekä etätutkimuksessa että lähitutkimuksessa ja 91 % silmistä jäi yhden rivin sisälle näöntarkkuudessa (Kapur ym. 2024). Myös potilaiden kokema näkömukavuus oli samankal-

tainen molemmissa tutkimusmuodoissa (Blais ym. 2024). Aikuisopiskelijaryhmällä etärefraktion tulokset vastasivat perinteistä lähitutkimusta kaikilla arviointikriteereillä (Morettin ym. 2023: 34). Yhdessä tutkimuksessa 10 % silmistä oli ylikorjattu miinusvoimakkuudella, minkä vuoksi binokulaarisen tasapainon tarkistus on erityisen tärkeää etenkin hyperooppisilla ja voimakkaasti myooppisilla potilailla. (Morettin ym. 2023: 30, 34). Forioiden tutkimuksessa horisontaalisen heteroforian määrityksen osalta on todettu koh- tuullinen yhdenmukaisuus etä- ja läsnätarkastuksien osalta (Randhawa ym. 2023).

Optometristin suorittama etätutkimus digitaalista foropteria hyödyntäen todettiin luotet- tavaksi, sillä tulokset vastasivat perinteistä subjektiivista refraktiota. Digitaalista foropte- ria voidaan käyttää sekä lähitutkimuksessa että etänä ja testien suorittaminen onnistuu optometristilta itsenäisesti etäyhteydellä. Joihinkin tutkimuksiin, kuten peitto- ja silmän- liiketesteihin, pupillirefleksien arviointiin ja silmämikroskopiaan, tarvitaan kuitenkin tek- nikon apua. (Blais ym. 2024.) Etänä voidaan suorittaa myös yksinkertaisia piilolinssi- sovituksia videosilmämikroskooppia hyödyntäen (Morettin ym. 2023: 35).



Kuvio 6. Etänäöntarkastuksen luotettavuus

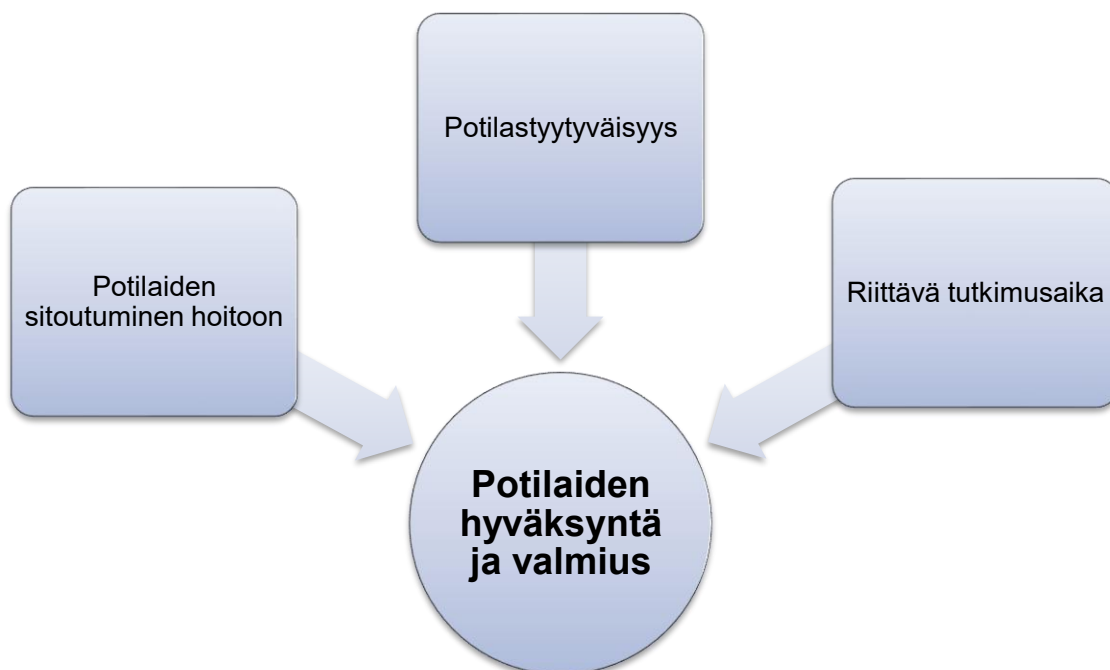
Teknikon suorittama etärefraktio DigitalOptometrics-alustalla ei poikennut merkittävästi kasvokkain tehdystä manifestirefraktiosta. 428 tutkitusta silmästä 74 % oli hyväksyttä-

vällä sylinteriakselin vaihteluvälillä eikä eri teknikoiden välillä havaittu eroja näöntarkkuuden, sfäärisen ekvivalentin tai sfäärisen voimakkuuden suhteen. Ainoastaan sylinteriakselin ero havaittiin vaihtelevan merkittävästi eri teknikkojen välillä. (Kapur ym. 2024.)

Etätutkimusten luotettavuus silmien terveydentilan arvioinnissa vaihteli kohtalaisesta lähes täydelliseen vastaavuuteen lähitutkimusten kanssa, mutta tutkimuksissa oli vain vähän silmänsairaita potilaita (Blais ym. 2024). Silmän takaosan löydösten vastaavuus menetelmien välillä oli 93 % (Sanghera ym. 2023: 49). Teknikoiden mittaamat silmänpainearvot kosketuksettomalla tonometrillä olivat vertailukelpoisia optometristin suorittamaan Goldmannin applanaatiotonometriaan nähden (Sanghera ym. 2023: 46). Myös värinäkö- ja kaukonäöntarkkuustestit olivat turvallisesti delegoitavissa koulutetuille tekniikoille (Blais ym. 2024).

#### 5.1.4 Potilaiden hyväksyntä ja valmius

Potilaiden valmius käyttää etäpalveluja ja heidän suhtautumisensa vaikuttavat merkittävästi palvelujen käyttöönottoon (kuvio 7). Potilastyytyväisyys on keskeinen tekijä myönteisen suhtautumisen ja palvelujen laajentamisen kannalta, erityisesti alipalveluille väestöryhmille. Etäpalvelujen saavutettavuus ja helppous voivat lisätä potilaiden sitoutumista säännöllisiin silmätutkimuksiin. (Patel ym. 2023: 62–63.)



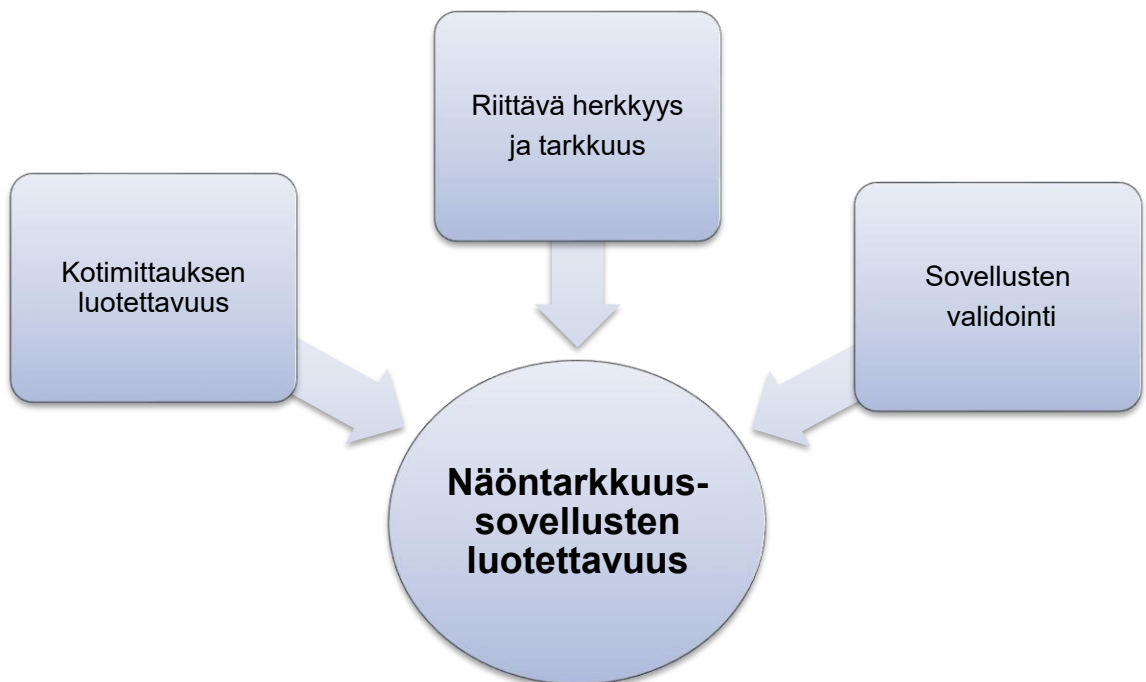
Kuvio 7. Potilaiden hyväksynnän ja valmiuksien vaikutus etäpalvelujen käyttöönottoon

DigitalOptometrics-teleoptometria sai osallistujilta vastaavaa tyytyväisyyttä kuin perinteinen lähivastaanoton tutkimus. Fisherin analyysin mukaan näiden kahden tutkimusmuodon välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa potilaiden kokemassa huolenaiheisiin vastaamisessa, hoidon laadussa tai tyytyväisyydessä. (Patel ym. 2023: 58–59, 61.)

Etätutkimukseen osallistuneista 80 % oli tyytyväisiä hoitoon, 20 % suhtautui neutraalisti eikä kukaan ollut tyytymätön. Tutkimuksen laatua piti positiivisena 73 %, neutraalina 23,3 % ja negatiivisena vain 3,3 %. Kaikki osallistujat kokivat lähivastaanoton tutkimuksen vastaavan heidän huoliinsa. Vaikka monet kokivat optometristin fyysisen poissaolon huolestuttavaksi, suurin osa ilmoitti silti suosittellevansa tutkimusta ystävilleen (Patel ym. 2023: 59, 61).

### 5.1.5 Näöntarkkuussovellusten luotettavuus

Katsauksessa tarkastellut tutkimukset osoittivat, että näöntarkkuuden määrittämiseen tarkoitetuissa sovelluksissa on suurta vaihtelua luotettavuudessa ja soveltuvuudessa teleoptometriaan sekä luotettavuuteen vaikuttavissa tekijöissä (kuvio 8). Osa sovelluksista ei ollut käyttökelpoisia, kun taas toiset osoittautuivat lupaaviksi.



Kuvio 8. Näöntarkkuussovellusten luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä

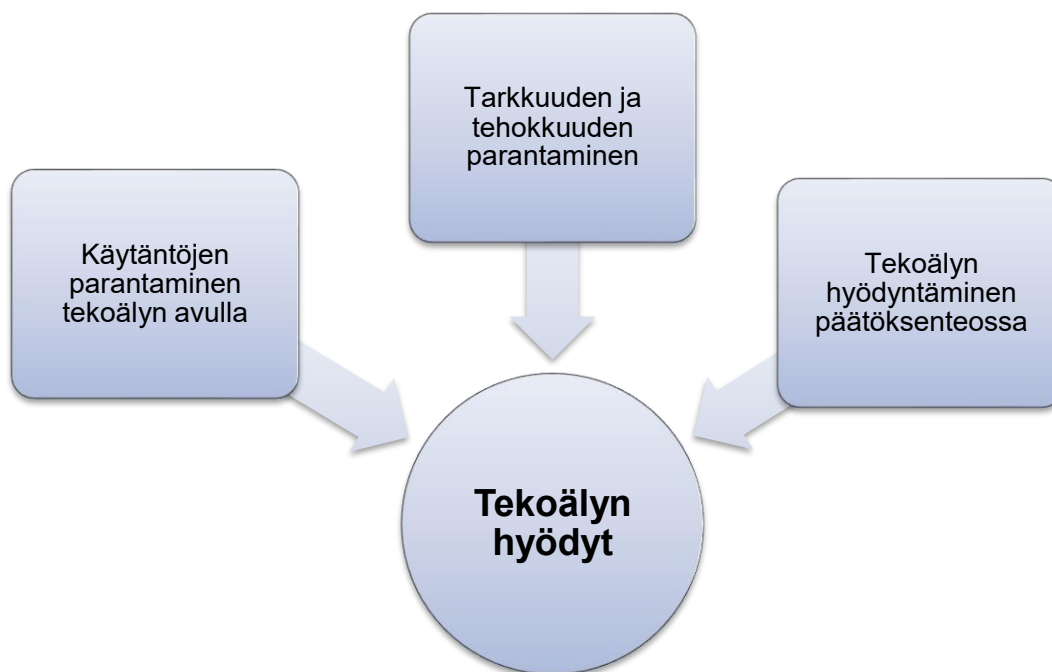
iPhonelle ja iPadille kehitettyjä sovelluksia vertailevassa tutkimuksessa vain kaksi sovellusta arvioitiin tarpeeksi tarkaksi telelääketieteelliseen käyttöön, mutta niissä oli puutteita, jotka estivät käytön. Esimerkiksi Kay iSight -sovellus oli tarkin, mutta sen kirjainten satunnaistus esti terveydenhuollon ammattilaista varmistamasta potilaan vastauksia. Esiin nousi tarve kehittää viranomaisten hyväksymä ja ulkoisesti validoitu sovellus, joka soveltuu luotettavaan kotikäyttöön ja teleoptometriaan. (Stereon, Young & Chow 2021.)

Smart Optometry -sovellus havaitsi lapsipotilailla alentuneen näöntarkkuuden herkkyydellä 89,3 %, ja erityisesti nuoremmassa ikäryhmässä (esim. 5–8-vuotiaat) herkkyyks oli jopa 91,7 %. Tarkkuus oli korkein 13–16-vuotiaiden ryhmässä (80 %). Sovelluksen arvioijien välinen luotettavuus oli hyvä (ICC 0,77 yksittäisissä mittauksissa, 0,87 keskiarvoissa), ja ohjeet olivat pääosin selkeitä. Smart Optometry soveltoi hyvin kotikäyttöön, ja se korreloi kliinisten testien kanssa. Sovellus ei kuitenkaan ollut yhtä herkkä amblyopian havaitsemisessa (Raffa, Balbaid & Ageel 2022).

Kovien piilolinssien etäsovitukseen liittyvässä tutkimuksessa mainittiin kaksi validoitua ja ilmaista sovellusta: Peek Acuity (Android) ja REST (Android ja iOS). Molemmat käyttävät kääntävää E-kirjainta, ja testi suoritetaan ilman, että arvioija näkee ruutua. Näiden sovellusten luotettavuutta ei kuitenkaan tutkimuksessa arvioitu, ainoastaan niiden soveltuvuutta etäsovitukseen (Ping & Pye 2023).

### 5.1.6 Tekoälyn hyödyt

Tekoälyn hyödyntäminen optometristien työn tukena nousi esiin myös useissa tutkimuksissa. Tässä katsauksessa mukana olleet tutkimukset käsittelevät aihetta lähinnä optometristien näkemysten ja asenteiden kautta. Optometristien näkemyksissä korostuivat hyödyt, jotka voisivat tehostaa ja tukea heidän työskentelyään (kuvio 9). Optometristit näkivät tekoälyssä huomattavaa potentiaalia työskentelynsä tehostamisessa ja tukemisessa. 72 % optometristeistä uskoi, että tekoäly voi parantaa optometrian käytäntöjä. Tekoälyn hyödyiksi mainittiin muun muassa diagnostiikan ja refraktioiden tarkkuuden parantuminen, hoidon kiireellisyyden arviointi, tehokkuuden kasvu sekä sairauden etenemisen seuranta. (Scanzera ym. 2022.)



Kuvio 9. Tekoälyn tuomat hyödyt etäpalvelujen edistämisen tukena

Optometristit toivoivat, että digitaalisten kuvien jakaminen ja tekoälypohjainen päätöksenteon tuki parantaisivat yhteistyötä silmälääkäreiden kanssa ja tehostaisivat potilaiden siirtymistä erikoissairaanhoidon. Pitkällä aikavälillä odotettiin parannuksia varhaiseen diagnostiikkaan, riskien ennakointiin sekä työtehokkuuteen. Nopeampi ja tarkempi diagnostiikka koettiin keinona vähentää potilaiden stressiä ja lisätä optometristien asiantuntijuutta. (Constantin ym. 2023.)

Tekoälyn tärkeimmiksi käyttökohteiksi nähtiin silmäsairauksien seulonta, sairauden etenemisen seuranta, hoidon kiireellisyyden arviointi, diagnostiikka, silmäsairauksien hoitopäätökset ja refraktioiden määritys. Lisäksi tekoälyn uskottiin tukevan normatiivisten tietokantojen kehittämistä, dokumentaatiota ja palvelujen laajentamista alipalveluille väestöryhmille. (Scanzera ym. 2022.)

Optometristien myönteisestä suhtautumisesta huolimatta he pitivät tärkeänä, että päätöksentekovastuu säilyy heillä. Tekoälyn nähtiin täydentävän ammatillista osaamista, tukevan päätöksentekoa erityisesti uusissa tilanteissa sekä parantavan hoidon laatua. Myös silmälääkärit uskoivat, että tekoäly voisi auttaa optometristeja tekemään tarkempia diagnooseja ja parempia lähetteitä. (Constantin ym. 2023.)

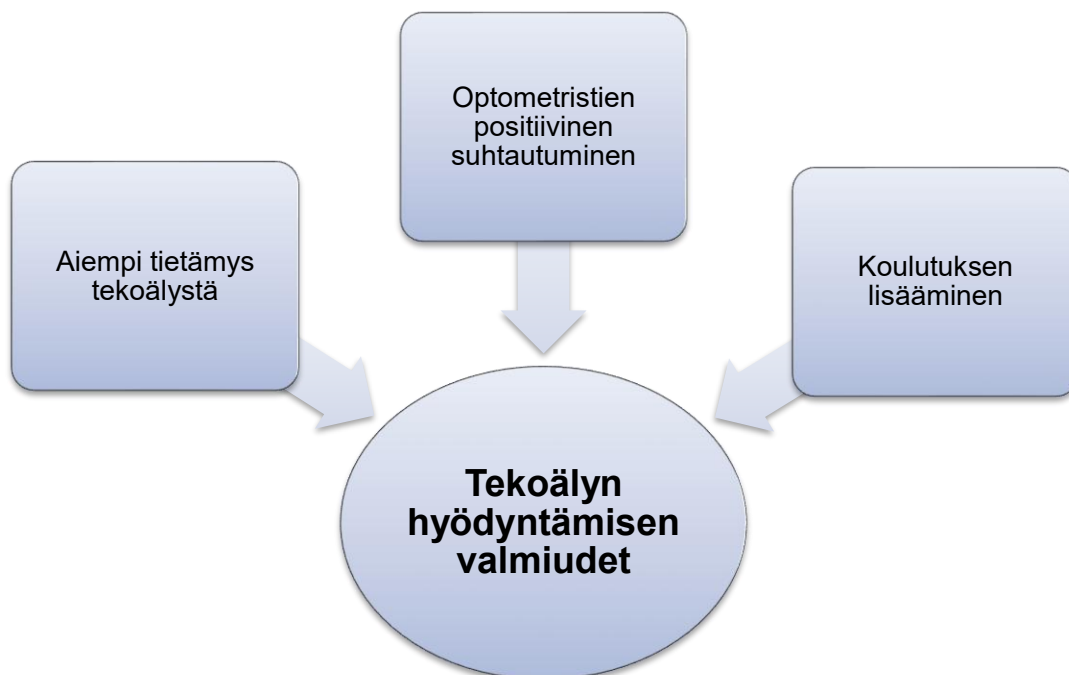
Optometristit suosivat tekoälyn käyttöä toisen mielipiteen antajana tutkimuksen jälkeen enemmän kuin sen hyödyntämistä tutkimuksen aikana. He suhtautuivat myönteisesti

tekoälyn tulevaan käyttöön erityisesti verkkokalvosairauksien diagnosoinnissa. Tekoälyn mahdollistamat ajansäästö, tarkkuus ja kustannustehokkuus olivat arvostettuja hyötyjä. Vahva tutkimusnäyttö näistä hyödyistä voisi vauhdittaa tekoälyn laajempaa käyttöönottoa kliinisessä työssä. (Ho & Doig & Ly 2022.)

### 5.1.7 Tekoälyn hyödyntämisen valmiudet

Optometristien tekoälyyn liittyvä suhtautuminen vaikuttaa merkittävästi sen käyttöönottoon, mutta yhtä tärkeää on heidän kykynsä ja osaamisensa hyödyntää tekoälyä. Asenteiden lisäksi tutkimuksissa korostettiin aikaisemman tietämyksen ja koulutuksen merkitystä (kuvio 10). Optometristeistä 66,8 % oli jo aiemmin perehtynyt tekoälyyn, mikä näyttäisi olevan yhteydessä myönteisempään suhtautumiseen sen käyttöön (Scanzera ym. 2022). Optometristit suhtautuivat keskimäärin positiivisesti tekoälyn käyttöön erityisesti verkkokalvosairauksien diagnosoinnissa ja he olivat halukkaita hyödyntämään tekoälyä, mikäli sen nähtiin parantavan potilaiden pääsyä hoitoon. He kokivat tekoälyn laajemman käyttöönoton innostavana ja pitivät sitä tärkeänä erityisesti perustason silmäterveydenhuollossa. Tekoälyn hyväksyminen kliniseen työhön liittyi myös kokemuksiin muista digitaalisista työvälineistä. (Ho & Doig & Ly 2022.)

Kliinikoiden asenteet tekoälyä kohtaan ovat keskeisiä uusien teknologioiden käyttöönotossa. Asenteiden, kokemusten ja mieltymysten ymmärtäminen voi auttaa maksimoimaan tekoälyn hyödyt kliinisessä työssä. Vaikka optometristit olivat sitoutuneita korkeaan ammattietiikkaan ja uusien teknologioiden hyödyntämiseen, huolia nousi esiin esimerkiksi kustannuksista ja työmäärän kasvusta. (Constantin ym. 2023.)



Kuvio 10. Optometristien tekoälyn hyödyntämisen valmiudet

Kaikissa kolmessa tarkastellussa tutkimuksessa korostettiin koulutuksen tarvetta tekoälyn käyttöön liittyen (Constantin ym. 2023; Ho & Doig & Ly 2022; Scanzera ym. 2022). Optometristit painottivat, että koulutus on keskeistä, jotta tekoälyä ja kuvien jakamista voidaan hyödyntää luotettavasti ja ammattimaisesti. Tekoälyn käyttö kliinisessä päätöksenteossa ja vastuun lisääntyminen edellyttävät lisäkoulutusta sekä riittäviä resursseja. Viisi haastateltua optometristia ehdotti akkreditoitujen koulutusmateriaalien kehittämistä sekä myös potilaiden ja omaisten koulutusta pidettiin tärkeänä. Uusien lähestymistapojen omaksuminen vie kuitenkin aikaa. (Constantin ym. 2023.)

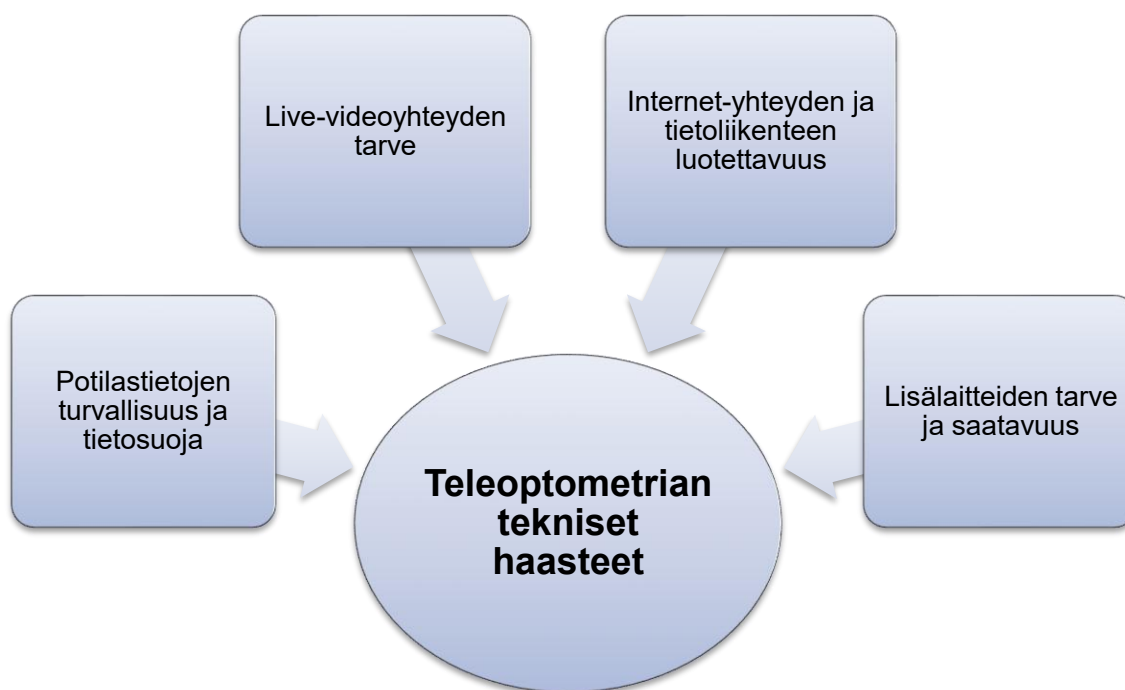
Optometristit pitivät tärkeimpänä tekoälyn validoinnin edellytyksenä korkealaatuisten satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten toteuttamista. Tärkeänä pidettiin myös tekoälyn tarkkuuden osoittamista verkkokalvospesialistien arviointia vastaan. Hallinnollista hyväksyntää pidettiin vähemmän merkityksellisenä. (Ho & Doig & Ly 2022)

80,3 % vastanneista optometristeista kannatti tekoälyn sisällyttämistä optometrian koulutus- tai erikoistumisohjelmiin. Tämä korostaa tarvetta perehdyttää ammattilaisia tekoälyn mahdollisuuksiin ja rajoituksiin ennen sen laajempaa käyttöönottoa. Optometristien luottamusta tekoälyn tarkkuuteen ja käyttökelpoisuuteen voidaan edistää koulutuksen, käytännön kokemuksen ja tutkimustiedon avulla. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää tekoälyn tarkkuuteen, sen rooliin kliinisissä työkuluissa sekä päätöksenteon tukemisessa. (Scanzera ym. 2022.)

## 5.2 Etäpalvelujen tarjoamista estävät tekijät

### 5.2.1 Teleoptometrian tekniset haasteet

Etäpalveluiden käyttöönottoon optometriassa liittyy useita teknisiä haasteita, kuten teknologian tai lisälaitteiden tarve, potilastietojen tietoturva sekä internet-yhteyden laatu (kuvio 11). Teleoptometrian toteuttaminen voi edellyttää erityislaitteita, jotka joko lähetetään potilaalle ja palautetaan käytön jälkeen tai jotka potilas hankkii itse. Esimerkiksi kovien piilolinssien etäsovitukseen vaadittava koboltinsininen taskulamppu on noin 40 Yhdysvaltain dollarin hintainen. Se on tällä hetkellä ainoa taskulamppu, joka tuottaa riittävän voimakkaan valon ja sisältää sopivan koboltinsinisen suodattimen mahdollistamaan kuvaamisen älypuhelimella. (Ping & Pye 2023.)



Kuvio 11. Teleoptometrian käyttöönottoon vaikuttavat tekniset haasteet

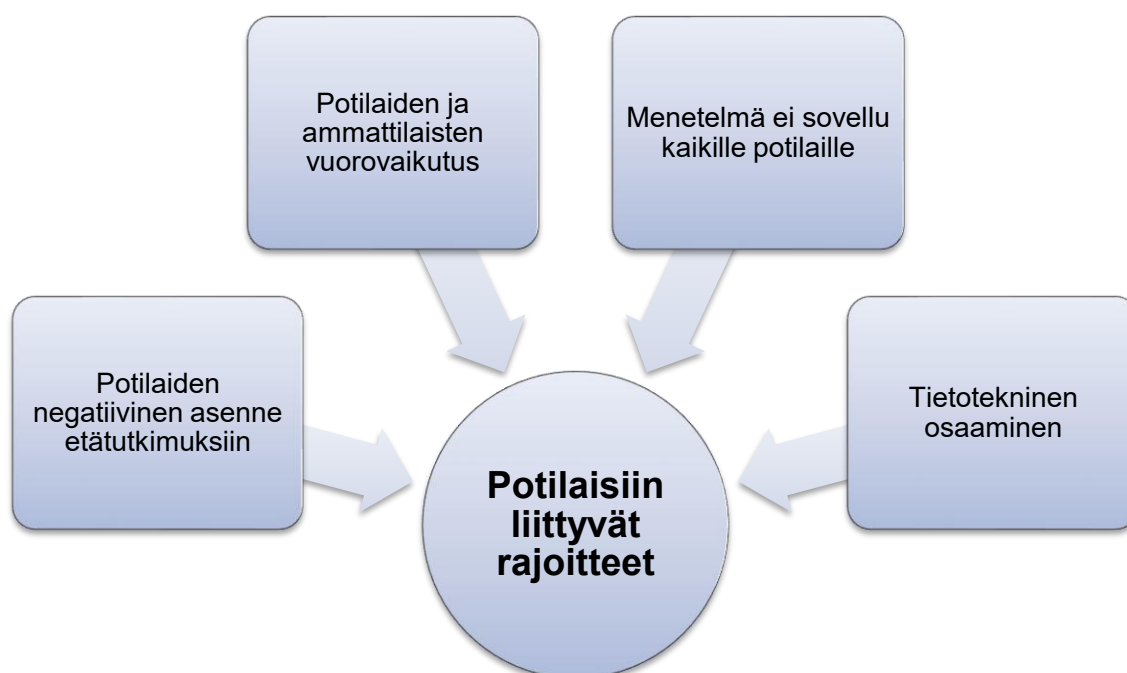
Suorana lähetettävä videosyöte silmämikroskoopista olisi luotettavampi vaihtoehto kuin asynkroninen, jälkikäteen tarkasteltava video. Tällöin etäyhteydessä oleva optometrismi voisi reaaliaikaisesti ohjata klinikan teknikkoa tutkimuksessa, mikä parantaisi arvioinnin tarkkuutta ja luotettavuutta. (Blais ym. 2024.)

Potilastietojen tietoturva ja yksityisyys nousivat huolenaiheiksi kahdessa tutkimuksessa (Ezinne ym. 2023; Ping & Pye 2023). Telelääketieteessä potilastietoja siirretään inter-

netin kautta, mikä lisää riskejä tietosuojaan kannalta. Lisäksi huolta herätti internet-yhteyden epävakaus tai epäluotettavuus, joka voi estää palveluiden sujuvan käytön sekä potilailta että terveydenhuollon ammattilaisilta. (Ping & Pye 2023.) Etäoptometrististen tutkimusten onnistuminen on vahvasti sidoksissa verkkoyhteyden laatuun. Erityisesti syrjäisillä alueilla puutteellinen yhteys voi muodostua merkittäväksi esteeksi tutkimusten toteuttamiselle. (Blais ym. 2024.)

### 5.2.2 Potilaisiin liittyvät rajoitteet

Potilaiden tietotekniset taidot, heidän kokemuksensa tilanteestaan sekä asenteet teleoptometriaa kohtaan nousivat esiin etävastaanottojen mahdollisina esteinä (kuvio 12). Näönhuollon ammattilaiset kokivat olonsa varmemmaksi kasvokkain toteutetuissa tutkimuksissa ja potilastyytyväisyys oli tilastollisesti korkeampaa. Tyytyväisyyttä arvioitiin neljän tekijän perusteella: luottamus tutkimustulosten tarkkuuteen, kommunikoinnin sujuvuus, luottamussuhteen muodostaminen sekä yleinen tyytyväisyys. Kasvokkain toteutettujen tutkimusten keskiarvoksi saatiin 4,95, kun taas etävastaanotoilla vastaava arvo oli 4,52. (Blais ym. 2024.)



Kuvio 12. Potilaisiin liittyvät rajoitteet, jotka vaikuttavat estävästi etäpalvelujen toteuttamiseen

Etätutkimukset eivät myöskään sovellu kaikkiin tilanteisiin. Esimerkiksi kovien piilolinssien etäsovitus ei ole mahdollinen potilaille, joiden näöntarkkuus on alle 0,1. Lisäksi päällerefraktio on tärkeä osa kovien piilolinssien jatkohoidon tutkimusta. Menetelmä ei

olekaan tarkoitettu korvaamaan kasvokkain tapahtuvia konsultaatioita, vaan tarjoamaan vaihtoehdon tietyissä seurantalanteissa. (Ping & Pye 2023.)

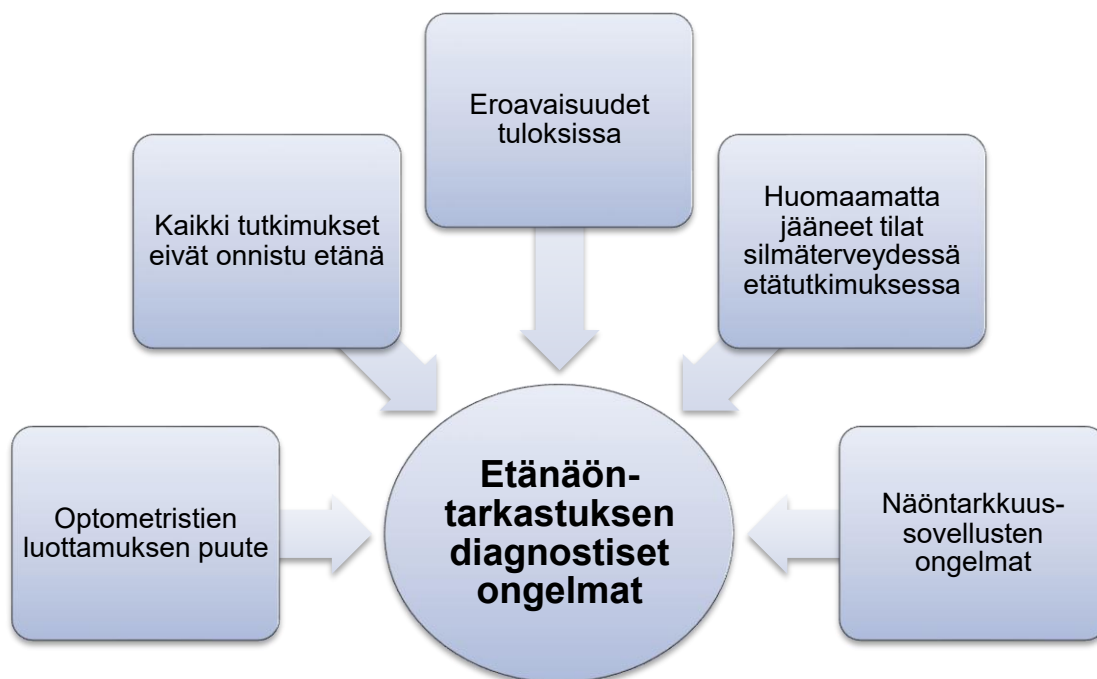
Etäpalveluiden hyödyntäminen edellyttää myös teknologian hallintaa, sillä potilaan tulee omistaa älypuhelin ja osata käyttää sen kameraa. Tämä voi olla haaste iäkkäille tai teknologiaan tottumattomille potilaille. Suositellussa etäsovituksessa edellytetään myös toisen henkilön apua kuvien ottamiseen, koska menetelmässä älypuhelimien automaattitarkennus poistetaan käytöstä. Tämä voi olla ongelmallista yksin asuville potilaille. Kyselylomakkeisiin perustuvat etäsovitukset puolestaan voivat kärsiä alhaisista vastausprosentteista ja potilaan vastauksien subjektiivisuudesta. Lisäksi luotettava tietoliikenneyhteys on välttämätön. (Ping & Pye 2023.)

Etävastaanotot voivat myös heikentää hoitosuhteen henkilökohtaisuutta. Yli puolet erään tutkimuksen osallistujista koki epävarmuutta, koska optometrismi ei ollut fyysisesti läsnä tutkimuksessa. He myös ilmaisivat huolta siitä, että etävastaanotto voisi heikentää hoitajan ja potilaan välistä suhdetta. Osa ei suosittelisi etäpalvelua perheelleen, ja suurin osa haluaisi palata lähivastaanotolle seuraavaan tarkastukseen. (Patel ym. 2023: 61.)

### 5.2.3 Etänäöntarkastuksen diagnostiset ongelmat

Yhtenä merkittävänä esteenä teleoptometrian käyttöönotolle on optometristien huoli testitulosten tarkkuudesta (Ezinne ym. 2023). Vaikka etänä tehtävien näöntarkastusten on todettu olevan luotettavia, niihin liittyy diagnostisia haasteita (kuvio 13). Optometristien oma luottamus työhönsä on etäyhteydellä alempi, sillä etätyössä luottamustason keskiarvoksi saatiin 4,30, kun taas kasvokkain tehdyssä tutkimuksessa luottamustaso oli 5,00. On huomioitava, että kyseisessä tutkimuksessa molemmat optometristit olivat kokemattomia etäsilmätutkimuksissa, mikä saattoi vaikuttaa tuloksiin. (Blais ym. 2024.)

Useissa tutkimuksissa on havaittu eroavaisuuksia etä- ja lähivastaanottojen tuloksissa. Vain 27 % tutkituista sai saman tuloksen binokulaarisuuden ja akkommodaation osalta molemmissa tutkimusmuodoissa. Teleoptometrisessä tutkimuksessa 13 %:lla mitattiin suurempi akkommodaatiovajaus, kun taas 60 %:lla havaittiin suurempi akkommodaatiolaajuus lähivastaanotolla. Binokulaarisen näön osalta poikkeavuuksia havaittiin etämenetelmässä 10 %:lla, mutta lähitutkimuksessa peräti 27 %:lla. Erot saattavat osittain johtua siitä, ettei etätutkimuksessa voitu suorittaa peittokoetta, mikä on keskeinen tutkimusmenetelmä esimerkiksi karsastuksen ja suppression tunnistamisessa. (Randhawa ym. 2023: 42.)



Kuvio 13. Etänäöntarkastuksen diagnostiset ongelmat

Myös fuusioidun ristisynteritestin (FCC) tulokset erosivat eri tutkimuksissa. FCC:n käyttö ainoana menetelmänä akkommodaation arviointiin vaatii harkintaa. Lisäksi kahdessa tapauksessa hyperoppiset potilaat saivat teleoptometrisessä tutkimuksessa lievästi myooppisen reseptin, mikä saattoi vaikuttaa FCC-tuloksiin. Vaikka lähiforioiden mittauksissa ei havaittu merkittäviä eroja eri menetelmien välillä, fuusiovergenssin kahdentumis- ja palautumisarvot vaihtelivat mittausten välillä, mikä heikentää mittauksen luotettavuutta. (Randhawa ym. 2023: 42–43)

Etänäöntarkastuksissa sylinteriakselin määräytyminen osoittautui haasteelliseksi. Kun sylinterin 10 asteen poikkeama asetettiin rajaksi, tutkimuksessa ei saavutettu odotettua yli 90 %:n yhtenevyyttä kultaisen standardin kanssa (Kapur ym. 2024). Toisessa tutkimuksessa etänä tehty refraktio tuotti lievän hyperopisen ylikorjauksen sfäärisessä ekvivalenssissa (+0,07 D) (Blais ym. 2024).

Silmien terveydentilan arvioinnissa teleoptometrialla on omat rajoituksensa. Etuosan löydöksissä saavutettiin 77 %:n yhteneväisyys, mutta herkkyys oli vain 42,9 %. Takuosan poikkeavuuksia ei havaittu lainkaan etämenetelmässä, vaikka lähivastaanotolla todettiin kaksi merkittävää äärisverkkokalvon löydöstä. Näin ollen teleoptometrisen tutkimuksen herkkyys oli 0 %, vaikka tarkkuus oli 100 %. Eroja esiintyi erityisesti äärisverkkokalvon arvioinnissa, missä laajempi mosaiikkikuvaus voisi parantaa havainto-

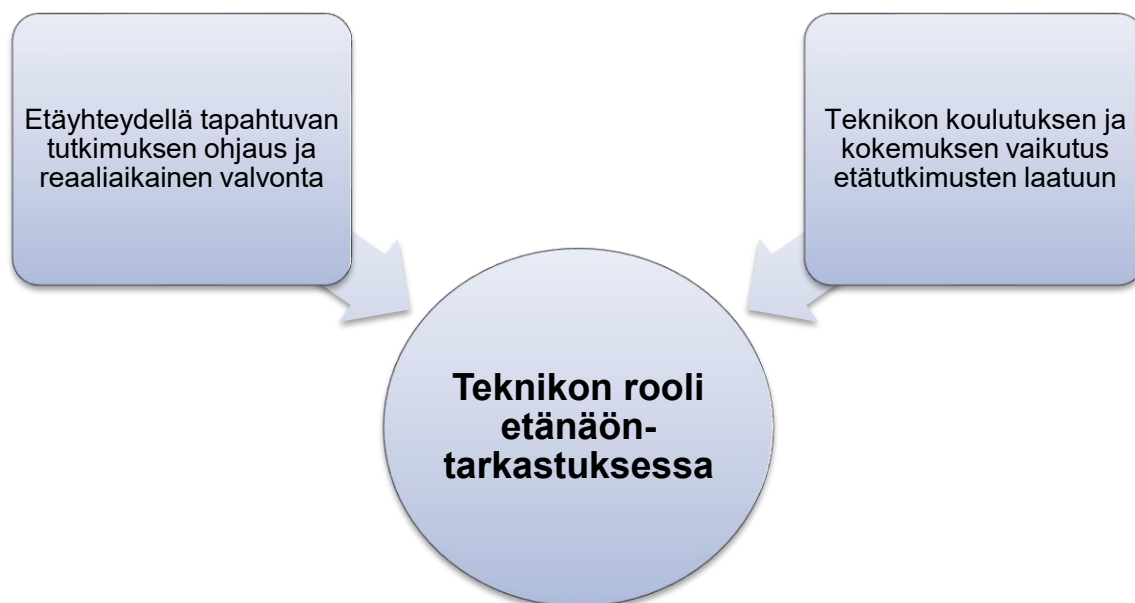
tarkkuutta. (Sanghera ym. 2023: 46–49, 51–52). Etätutkimuksessa jäi myös huomauttamatta neljä tapausta (kuivasilmäisyyttä ja sarveiskalvomuutoksia), jotka havaittiin lähivastaanotolla. Toisaalta teleoptometrismi havaitsi neljä muuta tapausta, joita ei lähitutkimuksessa tunnistettu, mukaan lukien blefariitti ja epäily papilledemasta. (Blais ym. 2024.)

Etämenetelmän rajoitteet liittyvät myös käytettävään teknologiaan. Dynaamista mikroskopiaa ei voitu suorittaa eikä silmäluomia kääntää etätutkimuksessa, mikä rajoitti esimerkiksi papillojen arviointia. Vaikka videomateriaali oli laadukasta, optometrismi ei voinut säätää valaistusta, suurennusta tai ohjata laitetta itse. (Sanghera ym. 2023: 51.) Lisäksi kolmiulotteisen kuvan puute, esim. 20D- ja 90D-linssien avulla tehdyissä tutkimuksissa, heikensi näköhermon ja ääreisverkkokalvon arviointia. Myös laitteiden rajoitukset, kuten Eidon-kameroiden 2D-kuvat ja autofluoresenssin poissulkeminen, vaikuttavat arvioinnin tarkkuuteen (Sanghera ym. 2023: 52, 55). Tiettyjä testejä, kuten retinoskopiaa tai laajennettua silmänpohjatutkimusta, ei voida suorittaa luotettavasti etäyhteyden avulla. Nämä tutkimukset vaativat edelleen läsnäoloa, erityisesti lasten kohdalla. (Blais ym. 2024.)

Etätutkimuksissa näöntarkkuuden määrittely vaatii luotettavan sovelluksen. Kuitenkin monissa tutkimuksissa havaitut sovellukset eivät olleet ihanteellisia, sillä niiden tarkkuus oli heikko ja osa oli epäluotettavia. (Stereon & Young & Chow 2021.) Esimerkiksi Smart Optometry -sovellus osoitti riittävää herkkyyttä heikentyneen näöntarkkuuden tunnistamisessa, mutta oli vähemmän luotettava amblyopian havaitsemisessa. Lasten näöntarkkuuden mittaaminen kotona altistuu monille muuttujille, kuten testitietäisyyden vaihtelulle, valaistuksen epäyhtenäisyydelle ja lasten taipumukselle vilkuilla testin aikana. Sovellusten toimivuus vaatii siten lisävalidointia. (Raffa, Balbaid & Ageel 2022.)

#### 5.2.4 Teknikon rooli etänäöntarkastuksessa

Osa etänäöntarkastusmenetelmistä vaatii koulutetun teknikon työskentelyä potilaan kanssa tutkimuksen aikana. Teknikon rooliin liittyy haasteita, jotka voivat vaikuttaa etäpalvelujen käyttöönottoon ja luotettavuuteen (kuvio 14). Pelkkä teknikon läsnäolo ei kuitenkaan riitä, vaan etäoptometristin on kyettävä ohjaamaan ja valvomaan tutkimusta reaaliajassa. Etäoptometristin konsultointi parantaa sfääriseen ekvivalentin yhtenevääsyyttä 14,8 % objektiiviseen refraktioon verrattuna, mikä tukee ajatusta siitä, että etäoptometristin osallistuminen voi parantaa reseptien laatua. (Kapur ym. 2024.)



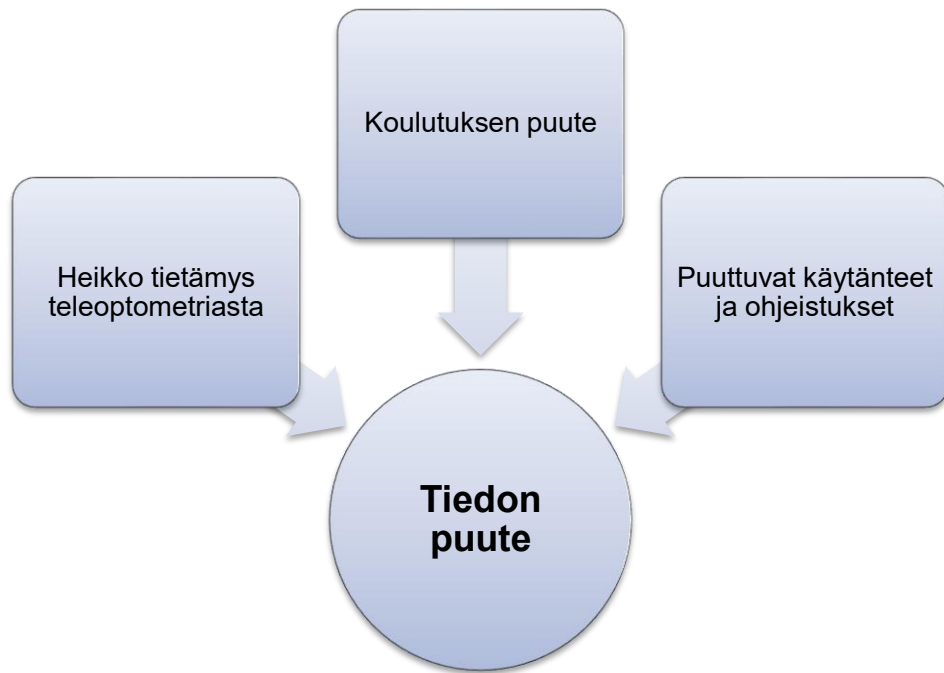
Kuvio 14. Teknikon rooli etänäöntarkastuksessa

Etäoptometristin tulisi voida seurata kliinistä arviointia edellyttäviä testejä reaaliajassa, ohjata teknikkoo ja varmistaa tiedon laadukkuus. Vaikka etäsilmähoito on vahvasti teknikkoriippuvaista, optometristin asiantuntemus on tarpeen erityisesti monimutkaisempien arvioiden yhteydessä. (Blais ym. 2024.)

Teknikon koulutus ja kokemus vaikuttavat olennaisesti tutkimuksen laatuun ja luotettavuuteen. Esimerkiksi sylinteriakselin mittauksissa havaittiin eroja eri teknikkojen välillä, vaikka sfäärisen voimakkuuden ja ekvivalentin mittaustulokset olivat vertailukelpoisia kasvokkain tehtyihin tutkimuksiin. Standardoidumpi koulutus ja toimiva infrastruktuuri voisivat edelleen parantaa etänäöntarkastusmallia. (Kapur ym. 2024.) Etänä toimiva optometristi joutuu delegoimaan useita tutkimuksia paikan päällä olevalle teknikoille. Koska osa testeistä edellyttää sekä teknistä osaamista että kliinistä arviointikykyä, teknikon ammattitaito vaikuttaa tiedonkeruun laatuun. (Blais ym. 2024.)

### 5.2.5 Tiedon puute

Teleoptometrian käyttöönottoa voi hidastaa optometristien heikko tietämys ja koulutus aiheesta (kuviot 15). Optometristien ymmärrys teleoptometriasta oli alhainen, eikä heillä ollut käytännön koulutusta sen soveltamisesta (Liaqat & Latif 2024). Optometristien tietämyksen keskiarvo oli selvästi matalampi kuin heidän asenteensa (38,5 % vs. 78,2 %) ja havaintonsa (46,2 %). Vaikka suhtautuminen teleoptometriaan oli myönteistä, tieto ja osaaminen olivat riittämättömiä. (Ezinne ym. 2023.)



Kuvio 15. Tiedon puute vaikuttaa estävänä tekijänä etäpalvelujen käyttöönottoon

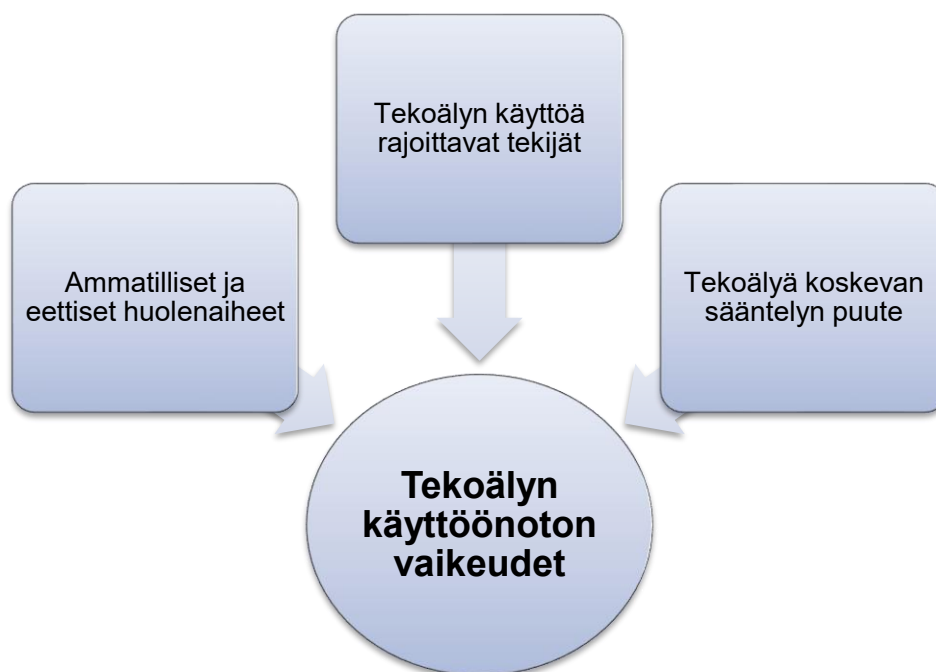
Optometristeista 76,4 % ilmoitti, ettei ollut koskaan tarjonnut teleoptometriapalveluita, ja vain 3,2 % oli saanut siihen liittyvää koulutusta. Vaikka 79,4 % koki omaavansa valmiudet teleoptometriaan, vain 25,4 % oli perehtynyt teleoptometriatyökaluihin. Näiden tulosten perusteella teleoptometriaan liittyvää koulutusta tulisi sisällyttää optometrian koulutusohjelmiin ja opetussuunnitelmiin, jotta tietoisuus lisääntyisi ja käyttö saataisiin vakiinutettua osaksi kliinistä toimintaa. (Ezinne ym. 2023.)

Yli kaksi kolmasosaa optometristeista arvioi pystyvänsä ottamaan teleoptometrian käyttöön, mutta suurin osa ei ollut koskaan hyödyntänyt sitä käytännössä. Syynä oli ensisijaisesti koulutuksen ja tiedon puute. Useimmat optometristit eivät olleet saaneet riittävää ohjausta työpaikoillaan teleoptometrian käytännöistä, mikä korostaa koulutuksen keskeistä merkitystä käyttöönoton edistämiseksi. (Liaqat & Latif 2024.)

### 5.2.6 Tekoälyn käyttöönoton vaikeudet

Vaikka optometristien suhtautuminen tekoälyn hyödyntämiseen on yleisesti ottaen positiivista, sen käyttöönottoon liittyviä huolia ja esteitä olivat ammatilliset ja eettiset kysymykset, tekoälyn käyttöä rajoittavat tekijät sekä tekoälyä koskevan sääntelyn puute (kuvio 16). Optometristit suhtautuivat myönteisesti tekoälyn käyttöön terveydenhuollon kehittämisessä, mutta toivat esiin huolia koulutuksen puutteesta, kustannuksista, vastuukysymyksistä, taitojen säilyttämisestä, tietosuojasta ja ammatillisten käytäntöjen

mahdollisista häiriöistä. He korostivat, että tekoäly ei saisi vähentää heidän rooliaan tai vastuullisuuttaan kliinisessä päätöksenteossa. (Constantin ym. 2023.)



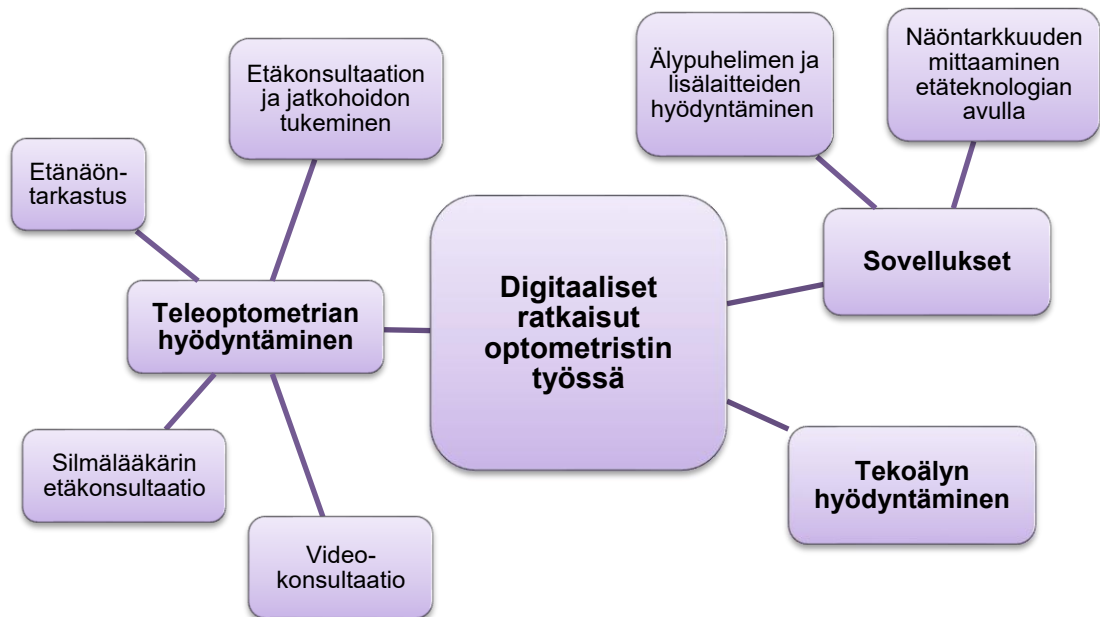
Kuvio 16. Tekoälyn käyttöönoton vaikeudet

Useat optometristit pelkäsivät, että tekoälyn käyttö liian varhain ja laajasti saattaa heikentää ammattilaisten kriittisiä taitoja ja aiheuttaa liiallista riippuvuutta teknologiasta. Lisäksi nousi huoli mahdollisista virhetulkinnoista sekä siitä, että osa käyttäjistä ei kehitä tarvittavaa asiantuntemusta luottaen liikaa tekoälyyn. (Constantin ym. 2023.) Optometristeista 53 % oli huolissaan tekoälyn diagnostisesta tarkkuudesta, 25 % pelkäsi sen korvaavan terveydenhuollon ammattilaisia ja 38 % koki, että potilaan ja ammattilaisen suhde voisi muuttua teknologian vaikutuksesta. (Scanzera ym. 2022.)

Haasteina nähtiin myös riittävän koulutuksen järjestäminen ennen käyttöönottoa, kustannukset, alan sopeutumiskyky sekä mahdollinen eriarvoisuuden lisääntyminen. Vaikka tekoälyn nähtiin tukevan hoidon laajentamista alipalveluille väestöryhmille, tuotiin esiin tarve ehkäistä algoritmien rodullisia vinoumia ja varmistaa, että järjestelmät palvelevat kaikkia väestönosia tasapuolisesti. Tekoälyn rajoituksia ovat myös sen yleistettävyyden ongelmat sekä sääntelyyn ja oikeudellisiin vastuukysymyksiin liittyvät haasteet. Näihin liittyy erityisesti ero avustavan ja itsenäisen tekoälyn välillä, jonka perusteella vastuunjako ja sääntelytarpeet voivat vaihdella merkittävästi. (Scanzera ym. 2022.)

### 5.3 Digitaaliset ratkaisut optometristin työssä

Aineiston analyysissä tunnistettiin erilaisia digitaalisia ratkaisuja, joita olisi mahdollista käyttää optometristien työssä kuten teleoptometrian, erilaisten sovellusten sekä tekoälyn hyödyntäminen (kuvio 17). Aiemmissa luvuissa on jo käyty läpi useiden menetelmien luotettavuutta ja käytettävyyttä.



Kuvio 17. Kuvaus aineiston analyysin pääluokasta "digitaaliset ratkaisut optometristin työssä", sen alaiset yläluokat lihavoituna sekä niiden alaiset alaluokat

#### 5.3.1 Teleoptometrian hyödyntäminen

Etänäöntarkastus on jo alalla käytössä oleva digitaalinen palvelumuoto, joka voi laajentaa optometristien perinteistä työnkuvaa. Sen luotettavuutta on tutkittu useissa tutkimuksissa eri menetelmillä joko kokonaan etäoptometristin toteuttamana tai teknikon avustamana paikan päällä. Kaikissa kuudessa tarkastellussa tutkimuksessa etänäöntarkastus todettiin varsin luotettavaksi, vaikka joihinkin testimenetelmiin liittyi haasteita ja epätarkkuuksia. (Patel ym. 2023; Randhawa ym. 2023; Morettin ym. 2023; Sanghera ym. 2023; Kapur ym. 2024; Blais ym. 2024.)

Yksi tapa hyödyntää digitaalisuutta on potilaan videokonsultointi. Trinidad ja Tobagossa tehdyssä kyselyssä 31,7 % optometristeista ilmoitti suosivansa videokonsultaatioita teleoptometriassa. (Ezinne ym. 2023). Live-videon avulla etäoptometristi voi ohjata

teknikkaa ja potilasta tutkimusten, kuten silmämikroskopoinnin, aikana tehokkaammin kuin tallennetun videon perusteella. (Ezinne ym. 2023; Blais ym. 2024.)

Etäyhteyksiä voidaan hyödyntää myös piilolinssien sovituksessa. Eräässä tutkimuksessa kehitettiin protokolla kovien piilolinssien etäsovitukseen, mikä mahdollistaa hoidon tarjoamisen myös potilaille, jotka eivät pääse fyysisiin vastaanottokäynteihin. Tutkimuksessa käytettiin valokuvia silmän etuosasta ja linssien istuvuudesta, potilaskyselyitä ja näöntarkkuuden mittauksia päätöksenteon tukena. Kyselyt voidaan toimittaa potilaille sähköisesti ja palauttaa ennen etäkonsultaatiota, mikä auttaa optometristia vastaamaan potilaan huoliin ja tarjoamaan yksilöllistä jatkohoitoa. (Ping & Pye 2023.) Pehmeiden piilolinssien sovitusta ei tässä katsauksessa mukaan valituissa tutkimuksissa käsitelty. Eräässä tutkimuksessa kuitenkin mainittiin, että jotkut ammattilaiset voisivat jopa sovittaa yksinkertaisia pehmeitä piilolinssijä teleoptometrian avulla käyttämällä videosilmämikroskooppia piilolinssisovituksen arvioimiseen (Morettin ym. 2023: 35).

Lisäksi digitaalisia ratkaisuja on hyödynnetty myös ammattilaisten välisessä etäkonsultoinnissa. eConsult Vision -pilottihankkeessa optometristit ja silmälääkärit käyttivät etäkonsultointipalvelua, jonka todettiin olevan sekä toteuttamiskelpoinen että hyväksyttävä. Alun perin glaukoomaan keskittynyt hanke laajennettiin kattamaan useita silmälääketieteen aloja. Sekä optometristit että silmälääkärit antoivat palvelusta myönteistä palautetta. (Liddy ym. 2022.)

### 5.3.2 Sovellukset

Etäkonsultaatiot ja teleoptometriset tutkimukset usein vaativat tuekseen erilaisia sovelluksia ja älypuhelimien niiden käyttöön. Kovien piilolinssien etäsovitukseen todettiin vaativan muun muassa makro-objektiivin ja älypuhelimien. Niiden sekä lisämateriaalien, kuten koboltinsinisen taskulampun ja fluoresiiniliuskujen, käyttö mahdollistaa korkealaatuisten kuvien ottamisen silmän etuosan ja kovien piilolinssien kuvaamiseksi. Älypuhelimien ja lisälaitteiden lisäksi tarvitaan toinen henkilö avustamaan kuvien tai videoiden ottamisessa. Kyseessä on kustannustehokas ja saavutettava menetelmä silmän etuosan kuvien tai videoiden saamiseksi. (Ping & Pye 2023.)

Kuten aiemmissa luvuissa on käyty läpi, näöntarkkuutta on mahdollista arvioida etänä erilaisten älypuhelinsovellusten avulla. Tässä katsauksessa mukana olevien tutkimusten mukaan näöntarkkuussovellusten tarkkuudessa ja käytettävyydessä on vaihtelua ja

lisää tutkimusnäyttöä niiden luotettavuudesta tarvitaan. (Stereon & Young & Chow 2021; Raffa & Balbaid & Ageel 2022; Ping & Pye 2023.)

### 5.3.3 Tekoälyn hyödyntäminen

Tässä katsauksessa mukana olleet tutkimukset tarkastelivat tekoälyn hyödyntämistä optometristin työssä ensisijaisesti ammattilaisten näkökulman ja tietämyksen kautta. Tutkimusten perusteella optometristit suhtautuivat pääosin myönteisesti tekoälyn käyttöön esimerkiksi verkkokalvosairauksien diagnosoinnin tukena, silmäsairauksien seulonassa, sairauksien etenemisen seurannassa, hoidon kiireellisyyden arvioinnissa sekä yleisessä diagnostiikassa. Tekoälyn uskottiin tuovan merkittäviä etuja perustason silmähoitoon, kuten ajan säästöä, lisääntynyttä tarkkuutta ja kustannustehokkuutta. Eri-tyisesti tekoälyn toivottiin parantavan hoidon saatavuutta palveluiden katvealueilla, kuten haja-asutusalueilla. Lisäksi sen nähtiin helpottavan dokumentointia ja kliinistä päätöksentekoa. (Ho, Doig & Ly 2022; Scanzera ym. 2022.)

Yhdessä tutkimuksessa tarkasteltiin optometristien näkemyksiä kansallisesta verkkokalvokuvarekisteristä, johon silmänpohjakuvia kerättäisiin tekoälyn kehittämistä ja kliinisen arvioinnin tukemista varten. Kaikki kyselyyn vastanneet optometristit tukivat kuvien jakamista tutkimusrekisteriin, mutta toivat esiin huolia teknisistä haasteista, standardoinnin puutteesta ja työn kuormittavuudesta. Rekisterin nähtiin kuitenkin mahdollistavan koulutuksellisen hyödyn ja parempaa koordinoitua, sekä edistävän viestintää ja moniammatillista yhteistyötä. Optometristit kannattivat perusterveydenhuollon roolin vahvistamista silmäsairauksien hoidossa uusien teknologioiden avulla ja arvioivat, että potilaat hyötyisivät merkittävästi paremmasta palveluiden integraatiosta. (Constantin ym. 2023.)

## 6 Pohdinta

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tunnistettuja etäpalveluiden käyttöönottoa tukevia tekijöitä olivat teleoptometrian hyödyt, etäkonsultoinnin toteutettavuus, etänäöntarkastuksen luotettavuus, potilaiden hyväksyntä ja valmius, näöntarkkuussovellusten luotettavuus, tekoälyn hyödyt sekä tekoälyn hyödyntämisen valmiudet. Etäpalveluiden tarjoamista estävät tekijät olivat teleoptometrian tekniset haasteet, potilaisiin liittyvät rajoitteet, etänäöntarkastuksen diagnostiset ongelmat, teknikon rooli etänäöntarkastuksissa, tiedon puute sekä tekoälyn käyttöönoton vaikeudet. Digitaalisten ratkaisujen hyödyntämiseen soveltuvina vaihtoehtoina nousi esiin teleoptometrian hyödyntäminen, erilaiset

sovellukset sekä tekoälyn hyödyntäminen. Vaikka etäpalvelut eivät voi korvata kaikkia kasvokkain tapahtuvia tutkimuksia ja vastaanottoja, niitä voidaan hyödyntää tarkoituksenmukaisesti erilaisissa palvelutilanteissa.

## 6.1 Päätulosten tarkastelu

### 6.1.1 Optometristien tietämyksen ja koulutuksen puute teleoptometriasta

Tutkimuksissa todettiin, että vaikka optometristien asenteet teleoptometriaa kohtaan ovat positiivisia, heidän tietämyksensä ja käytännön koulutuksensa ovat usein puutteellisia (Liaqat & Latif 2024; Ezinne ym. 2023). Tämä on merkittävä este teknologian täysimittaiselle hyödyntämiselle alalla. Tutkimusten mukaan optometristit tunnistavat teleoptometrian mahdollisuudet ja hyödyt, mutta kokevat koulutuksen puutteen estävän tai hidastavan sen käyttöönottoa. Tämä heijastaa laajempaa trendiä terveydenhuollon ammattilaisilla, joiden täytyy jatkuvasti sopeutua uusien teknologioiden ja työkalujen käyttöönottoon. Esimerkiksi aiempi etälääkäripalveluiden käyttöönottoa käsittelevä tutkimus osoitti, että koulutuksen puute on yksi keskeisimmistä esteistä etäterveyspalveluiden laajemmalle käyttöönotolle (Greenhalgh ym. 2018). Sama havainto näkyy myös optometrian alalla, missä teleoptometriaa ei ole täysin omaksuttu osaksi työn arkea. Koulutuksen lisääminen voi parantaa luottamusta ja lisätä teknologian hyväksyntää. (Liaqat & Latif 2024; Ezinne ym. 2023).

Etähoidon kehittäminen edellyttää terveydenhuollon ammattilaisten kouluttamista. Koulutuksen avulla varmistetaan, että he tuntevat erilaiset etähoitomahdollisuudet ja osaa- vat hyödyntää niitä oikein käytännön työssä. (Mikkola & Petäjä 2023.) Suomessa hyvinvointialueilla on havaittu, että digipalveluihin liittyvä koulutus on edelleen puutteellista, vaikka sen kehittämiseen panostetaan jatkuvasti. Digiosaamisen kehittäminen on edennyt alueittain vaihtelevasti, ja koulutusten toteuttamista ja osallistumista hankaloittavat useat tekijät, kuten koulutusten kohdentamisen haasteet eri käyttäjäryhmille, henkilöstön suuri vaihtuvuus, jatkuva perehdytyksen tarve sekä rajalliset resurssit. (Vehko ym. 2025: 268–269). Tämä viittaa siihen, että Suomessa myös optometrian alalla voisi olla tarpeen panostaa teleoptometriaan liittyvään koulutukseen ja sen integroimiseen opetusohjelmiin, jotta optometristit voivat ottaa täyden hyödyn irti uusista työkaluista ja menetelmistä.

Vastaavia tuloksia on saatu myös optometristiopiskelijoiden tietämystä ja asenteita käsittelevässä tutkimuksessa. Opiskelijoista 87 % uskoi, että teleoptometria voi parantaa palvelujen laatua ja saavutettavuutta, ja 75 % oli samaa mieltä siitä, että teleoptometria

hyödyttäisi tulevia silmäterveyden ammattilaisia. Lisäksi 65 % oli kiinnostunut saamaan koulutusta teleoptometriasta. Ikä, sukupuoli ja opiskeluvuosi vaikuttivat merkittävästi opiskelijoiden tietämykseen ja asenteisiin. Lisäksi monet vastaajista uskoivat, että teleoptometrian sisällyttäminen perustutkinto-opintoihin hyödyttäisi tulevia silmäterveyden ammattilaisia. Optometrian koulutusohjelmaan voitaisiin integroida kursseja, jotka käsittelevät teleoptometrian periaatteita, teknologioita ja eettisiä näkökulmia. Suurin osa osallistujista osoitti hyvää tietämystä ja myönteistä asennetta teleoptometriaa kohtaan, mutta kliinisten optometriopiskelijoiden tietämyksessä todettiin myös korjausta vaativia puutteita. (Odigie & Akpotiri & Zeppieri & Musa 2024.)

Tässä katsauksessa sekä Trinidad ja Tobagon että Pakistanin optometristien teleoptometrian tietämyksen todettiin olevan vähäistä, mutta suhtautumisen siihen positii- vista (Ezinne ym. 2023; Liaqat & Latif 2024). Vastaavia tuloksia on löydetty myös muissa maissa toteutetuissa teleooftalmologiaa käsitelleissä tutkimuksissa. Filippiineillä silmälääkäreiden todettiin suhtautuvan teleooftalmologiaan myönteisesti ja Covid 19 - pandemian kiihdyttäneen sen käyttöönottoa. Vastaajista 84 % uskoi, että teleooftalmolo- gia voitaisiin ottaa laajempaan käyttöön tulevaisuudessa. (Azarcon & Ranche & San- tiago 2020.)

Tämän katsauksen tulosten mukaan optometristien rajallinen tietoisuus teleoptometri- asta johtuu useista tekijöistä, kuten resurssien, koulutuksen, käytännön ohjeistuksen ja tiedon levittämisen puutteesta (Liaqat & Latif 2024; Ezinne ym. 2023). Vaikka yli kolme neljäsosaa optometristeista kokee voivansa hyödyntää teleoptometriaa työssään, suu- rin osa ei ole koskaan käyttänyt näitä palveluita, mikä viittaa puutteelliseen koulutuk- seen ja riittämättömään ymmärrykseen teleoptometrian työkaluista ja niiden käyttömah- dollisuuksista. Tietoisuuden lisäämiseksi olisi tärkeää sisällyttää teleoptometrian koulu- tus optometrian opetukseen ja opetussuunnitelmiin, mikä voisi paitsi tukea sen käyt- töönnottoa myös edistää alan käytäntöjen kehittymistä pitkällä aikavälillä. (Ezinne ym. 2023.)

### 6.1.2 Etänäöntarkastusten ja videokonsultaatioiden luotettavuus

Yleisesti telelääketieteen kliinistä vaikuttavuutta arvioineen aiemman systemaattisen katsauksen ja meta-analyysin mukaan teleterveydenhuolto voi olla yhtä kliinisesti vai- kuttavaa tai jopa vaikuttavampaa kuin tavanomainen hoito. Näyttö on kuitenkin vah- vasti erikoisalakohtaista, mikä korostaa tarvetta tutkia teleterveyden kliinisestä vaikutta-

vuudesta laajemmin eri terveydenhuollon palveluissa. Katsauksen tulokset tukevat näkemystä, että oikeassa kontekstissa teleterveyden käyttö ei heikennä hoidon vaikuttavuutta verrattuna perinteisiin palveluihin. (Snoswell ym. 2021.)

Tässä katsauksessa etänäöntarkastuksista nousi esiin useita niiden luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Sfäärisen voimakkuuden, sfäärisen ekvivalentin ja sylinterivoimakkuuden osalta etänäöntarkastus oli yhtä luotettava kuin perinteinen, kasvotusten tapahtuva näöntutkimus (Morettin ym. 2023: 30; Blais ym. 2024; Kapur ym. 2024). Etätutkimuksissa on erityisen tärkeää varmistaa huolellisesti refraktion binokulaarinen tasapaino, jotta vältetään miinuksen ylikorjaaminen. Tämä on tärkeää etenkin lievästi hyperooppisten ja voimakkaasti myooppisten potilaiden kohdalla, mikä optometristien tulisi ottaa huomioon etätutkimuksia tehdessään. (Morettin ym. 2023: 30, 34.) Teleoptometrisissa tutkimuksissa jäi kuitenkin huomaamatta merkittävä määrä binokulaarisen näön poikkeavuuksia verrattuna perinteisiin lähitutkimuksiin. Yhtenä mahdollisena syynä tähän on se, ettei etäyhteyden kautta ollut mahdollista suorittaa peittokoetta, joka on tärkeä binokulaarisen näön arvioinnissa. Jos potilaalla esiintyi esimerkiksi karsastusta tai suppressiota, nämä löydökset saattoivat jäädä tunnistamatta etätutkimuksen yhteydessä. (Randhawa ym. 2023: 42.)

On hyvä huomioida, että katsaukseen valituista tutkimuksista neljä perustui samaan aineistoon, jossa tutkittavana oli sama optometristiopiskelijoiden ryhmä. Heille tehtiin erilaisia etänäön- ja etäsilmätutkimuksia. Tämä on voinut vaikuttaa tuloksiin, sillä opiskelijat saattavat koulutuksensa vuoksi suosia perinteistä näöntarkastusta etätutkimuksen sijaan. Toisaalta heidän nuoruutensa ja digitaaliset taitonsa voivat myös lisätä myönteistä suhtautumista etätarkastuksiin verrattuna esimerkiksi vanhempiin potilaisiin, joille digitaalisuus voi olla haastavampaa. Lisäksi opiskelijoiden hyvä silmäterveys ja tutkimusten helppous terveillä silmillä saattavat parantaa tuloksia, kun taas vaativammat tutkimustilanteet voisivat lisätä kasvokkain tehtävien tutkimusten tarvetta. (Patel ym. 2023; Randhawa ym. 2023; Morettin ym. 2023; Sanghera ym. 2023) Lisäksi yhdessä tutkimuksessa arvioitiin DigitalOptometrics-etänäöntarkastusalustaa, jossa teknikko suoritti refraktion ja etäoptometristi vastasi reseptin hienosäädöstä. Malli perustui vahvasti teknikon osaamiseen. Tässä tutkimuksessa teknikkona toimi kolmannen vuoden optometristiopiskelija, jolla oli hyvä koulutus optometristisiin laitteisiin ja tiedonkeruuseen. Tämä on myös voinut vaikuttaa tuloksiin positiivisesti, sillä kokonaan alan ulkopuolelta koulutetun teknikon tietämys ja osaaminen olisi todennäköisesti heikommalla tasolla. (Morretin ym. 2023.)

Etänäöntarkastusten luotettavuus on siis tutkimusten mukaan hyvä, mutta niihin liittyy haasteita, kuten mittausten tarkkuus ja käytännön toteutuksen ongelmat (Patel ym. 2023; Kapur ym. 2024). Muissa terveydenhuollon etäpalveluissa on myös todettu samankaltaista epävarmuutta liittyen terveydenhuollon etätutkimuksiin. Etäterveyspalveluiden tarkkuus vaihtelee riippuen käytetystä teknologiasta ja palvelun toteutustavasta. (Bashshur ym. 2016.) Etänäöntarkastuksissa tutkimusmenetelmien luotettavuus on erityisen tärkeää etätutkimuksen onnistumisen kannalta, sillä optometristit tekevät potilaan näön ja silmäterveyden perusteella päätöksiä hänelle käyttöön tulevista silmälasista ja mahdollisesta jatkohoitoon lähettämisestä. Jos etäkonsultaatioiden tarkkuus ei ole riittävä, potilaan hoito voi vaarantua. American Medical Association korosti vuonna 2020 päivittämässään eettisessä ohjeistossa, ettei telelääketiede saa vaarantaa potilaan hyvinvointia tai haitata laadukkaan hoidon tai seurannan toteutumista (Stoltzfus ym. 2023).

Tässä katsauksessa silmien terveydentilan arviointiin teleoptometrisessä tutkimuksessa liittyi rajoituksia. Yhden tutkimuksen mukaan etätutkimuksen silmien terveydentilan arvioinnin luotettavuus vaihteli kohtalaisesta miltei täydelliseen vastaavuuteen lähitutkimuksen kanssa. Tutkimuksessa oli mukana kuitenkin vain vähän silmäsairaita potilaita. (Blais ym. 2024) Toisessa tutkimuksessa teleoptometrian ja lähivastaanoton diagnooseja vertaillaessa silmän takaosan löydösten vastaavuus menetelmien välillä oli 93 % ja suurin eroavaisuus havaittiin verkkokalvon periferian löydöksissä. Mahdollisesti silmänpohjan laajempi mosaiikkikuvaus olisi voinut parantaa etäoptometristin kykyä huomata ääreisverkkokalvon sairauksia. Kyseisen tutkimuksen tutkimusasetelman perusteella ei voida kuitenkaan lopullisesti todeta, että teleoptometria on verrattavissa lähivastaanoton tutkimuksiin etu- ja takaosan löydösten osalta. (Sanghera ym. 2023: 49, 51–52, 55.)

Aiemmissa teleoftalmologiaa käsitelleissä katsauksissa on myös saatu hyviä tuloksia etätutkimusten luotettavuudessa. Systemaattinen katsaus selvitti reaaliaikaisen teleoftalmologian diagnostista tarkkuutta verrattuna kasvokkain tehtyihin tutkimuksiin. Mukana oli 12 tutkimusta, joista yhdessä teleoftalmologia todettiin tarkemmaksi ja kuudessa yhtä tarkaksi kuin perinteinen konsultaatio. Erityisesti kaihin, glaukooman ja silmänpohjan ikärappeuman diagnosoinnissa teleoftalmologia osoitti hyvää tarkkuutta. Teleoftalmologian todettiin parantavan erikoissairaanhoidon saavutettavuutta erityisesti syrjäseuduilla sekä vähentävän matkustus- ja odotusaikoja, mikä voi lisätä kustannustehokkuutta. Haasteina mainittiin kuitenkin laadukkaan kuvantamislaitteiston tarve ja vaikeudet arvioida sairauksia, jotka vaativat kasvokkaista tutkimusta. Teleoftalmologia

todettiin lupaavaksi ja tehokkuutta parantavaksi menetelmäksi, joka täydentää perinteistä hoitoa etenkin seulonnoissa ja seurannassa, vaikka se ei täysin korvaa kasvokkain tehtäviä tutkimuksia. (Tan & Dobson & Bartnik & Muir & Turner 2016.) Filippiiniläisessä tutkimuksessa taas lääkärit kokivat olevansa varmoja silmän etuosan diagnoosinnissa, mutta epävarmoja silmän takaosan sairauksien kohdalla (Azarcon & Ranche & Santiago 2020).

Yhdysvalloissa silmäterveydenhuollon ammattilaisten asenteita teleoftalmologiaan selvittäneessä tutkimuksessa 82 % vastaajista oli halukkaita osallistumaan etävastaanottoihin konsultaatioiden ja valokuvien tulkinnan muodossa, mutta 59 % ilmoitti, että heidän luottamuksensa etähoitoon potilaan hoitopäätösten osalta oli vähäinen. (Woodward ym. 2015.) Vastaavia tuloksia selvisi myös tässä katsauksessa, sillä optometristien todettiin olevan vähemmän luottavaisia työskennellessään etäyhteydellä. Optometristien rajallinen kokemus etäsilmähoidosta saattaa vaikuttaa heidän luottamustaivonsa. (Blais ym. 2024.) Myös Trinidad ja Tobagon tutkimukseen vastanneista optometristeista kolmasosa koki suurimmaksi esteeksi teleoptometrian käytölle huolen testitulosten tarkkuudesta. Vaikka optometristit näkivät teleoptometrian mahdollisesti hyödyllisenä työnsä kannalta, monet ilmaisivat huolensa sen tuomista riskeistä, kuten lääketieteellisistä virheistä ja luottamuksen puutteesta diagnostiikkatuloksiin. Optometrian tutkimuskäytännöt sisältävät useita testejä, joiden toteutus riippuu esimerkiksi laitteiden saatavuudesta, kuvien laadusta ja tulosten tulkinnasta eivätkä kaikki testit välttämättä onnistu teleoptometrian keinoin. (Ezinne ym. 2023.)

Etäterveydenhuollon käytön lisääntyminen erityisesti syrjäseuduilla voi olla merkittävä etu. Etänäöntarkastukset voivat tarjota nopeampaa hoitoa ja helpompaa pääsyä silmäterveydenhuollon palveluihin alueilla, joissa ammattilaisia on niukasti. Etäpalvelut voivat laajentaa hoitoon pääsyä, mutta niiden luotettavuutta ja tarkkuutta on tärkeää kehittää edelleen. (Raffa & Balbaid & Ageel 2022.) Virtuaalisen optometristin kanssa vietyyn ajan lisääminen voisi varmistaa, että kaikki potilaiden huolenaiheet käsitellään. Tämä saattaisi vähentää potilaiden epävarmuutta siitä, ettei optometristi ole fyysisesti paikalla tutkimuksen aikana. (Patel ym. 2023: 61.)

Älypuhelinsovellukset voivat ylittää maantieteelliset ja pitkien etäisyyksien aiheuttamat esteet terveydenhuollossa. Niitä voidaan hyödyntää laajasti potilasohjauksessa, päätöksenteon tukena, tiedonlähteenä ja lääketieteellisessä koulutuksessa. Sovellukset sisältävät työkaluja esimerkiksi näöntarkkuuden mittaamiseen sekä jopa joidenkin silmänsairauksien diagnosointiin ja hoitoon. Erikoislinssillä varustetut älypuhelimet mahdol-

listavat myös silmän digivalokuvauksen. Älypuhelinien edullisuus ja kehittynyt teknologia voivat vähentää terveydenhuollon kustannuksia verrattuna perinteisiin, kalliisiin laitteisiin. Teknologian käyttöä rajoittaa kuitenkin riittävän tieteellisen näytön puute, sillä useimmat sovellukset eivät vielä täytä kliinisen koulutuksen ja käytännön vaatimuksia. Sovellusten turvalliseen käyttöön tarvitaan varotoimia, kuten tiedon validointia, tietoturvan varmistamista ja terveydenhuollon ammattilaisten koulutusta. Olisi suositeltavaa perustaa silmätautiopin telelääketieteen työryhmä, joka kokoaisi yhteen akateemiset ja tutkimukselliset resurssit sekä tekisi yhteistyötä alan yhdistysten kanssa laillisten ohjeiden ja sääntelyn luomiseksi. Lisäksi on huomioitava, että vaikka korkearesoluutioiset kuvat parantavat diagnostiikkaa, ne eivät aina korvaa kasvokkain tehtävää tutkimusta ja voivat johtaa virhediagnooseihin, joista vastuu jää lopulta ammattilaiselle. (Shahbaz & Salducci 2020.)

Näöntarkkuussovellusten luotettavuudessa ja validoinnissa oli tämän katsauksen mukaan runsaasti vaihtelua, vaikka ne osoittivatkin hyvää potentiaalia. Yhdessä tutkimuksessa todettiin tarve kehittää sovellus, jonka olisi julkaissut tai hyväksynyt tunnustettu terveysjärjestö ja joka olisi ulkoisesti validoitu, sillä se olisi hyödyllinen näöntarkkuuden kotiarviointiin ja telelääketieteen käyttöön (Stere & Young & Chow 2021). Myös piilolinssien etäsovitukseen liittyy oleellisesti näöntarkkuuden arviointi. Näönhuollon ammattilaiset voivat olla epävarmoja potilaiden itse raportoimista tuloksista, kuten itse suoritetuista näöntarkkuuksien mittauksista. On erityisen tärkeää, että potilaat noudattavat huolellisesti testiohjeita, mukaan lukien testiympäristö, testietäisyys ja toisen silmän täydellinen peittäminen. Näöntarkkuuden testitulosten tarkka raportointi on olennaista, sillä potilailla voi olla taipumus yliarvioida näöntarkkuutensa. (Ping & Pye 2023.)

Vastaavia tuloksia on saatu myös muissa teleoptometriaan ja teleoftalmologiaan tarkoitettujen näöntarkkuussovellusten luotettavuutta ja käytettävyyttä arvioineissa tutkimuksissa. Älypuhelinsovellukset todettiin helpoiksi ladata ja niitä voitiin käyttää potilaan kauko- ja lähinäöntarkkuuden arviointiin. Tutkimus osoitti, että sovelluksia voidaan käyttää etänä näöntarkkuuden arviointiin kohtalaisen luotettavasti. Potilaan ikä ja refraktio on kuitenkin huomioitava tuloksia tulkittaessa. (Satgunam & Thakur & Sachdeva & Reddy & Rani 2021.) Toisessa tutkimuksessa kaukonäöntarkkuuden mittaamiseen soveltui Eye Chart -sovellus, jonka ero näöntarkkuuden mittaamisen kultaiseen standardiin oli vain noin kaksi kirjainta ja sen todettiin soveltuvan näönhuollon ammattilaisten käyttöön sekä seulonnassa että kliinisissä tilanteissa. AAPOS-sovellus, jonka näöntarkkuusmittaukset olivat toistettavia eri mittaajien välillä, sopi erityisesti lasten, amblyopian ja heikkonäköisten seulontaan, samoin kuin PEEK Acuity -sovellus, jonka tu-

lokset olivat hyvin yhdenmukaisia ja testauksen toistojen välillä oli vain vähäistä vaihtelua. Koska näöntarkkuuden keskimääräinen ero oli pieni, testien toistettavuus hyvä ja sekä herkkyys että tarkkuus korkeat, näönhuollon ammattilaiset voivat hyödyntää näitä sovelluksia näön seulontaan luotettavasti. Lähinäön tarkkuuden mittaamiseen sopivat hyvin NYU Langone - ja Eye Chart -sovellukset, joiden ero kultaiseen standardiin oli vain noin kaksi kirjainta. Erityisesti 5–12-vuotiaille herkkyydeltään sopiva Smart Optometry -sovellus soveltui erityisesti koululaisten näön seulontaan. (Ramamurthy ym. 2024.)

### 6.1.3 Tekoälyn mahdollisuudet ja haasteet optometristin työssä

Tässä katsauksessa mukana olleiden tutkimusten mukaan optometristit suhtautuivat tekoälyyn myönteisesti erityisesti sen tarjoamien hyötyjen, kuten ajan säästön ja tarkkuuden lisäämisen, vuoksi. Kuitenkin myös huolia heräsi tekoälyn tarkkuudesta ja sen vaikutuksesta optometristien rooliin, etenkin päätöksenteossa ja kliinisessä työssä. (Constantin ym. 2023; Scanzera ym. 2022.) Tekoälyn käyttö optometrian alalla, erityisesti verkkokalvosairauksien diagnosoinnissa, on lisääntymässä. Samankaltaisia huolia on esiintynyt myös lääketieteessä, jossa tekoälyä käytetään diagnostiikassa. Esimerkiksi tekoälyn vaikutuksia lääkärin kliiniseen autonomiaan käsitelleessä tutkimuksessa havaittiin, että jotkin tekoälyjärjestelmät voivat heikentää lääkärin itsenäistä päätöksentekoa ja taitotasoa. Toisaalta ne voivat myös vahvistaa päätöksentekoa ja varmuutta, erityisesti vähemmän kokeneilla klinikoilla. (Grosser & Düvel & Hasemann & Schneider & Greiner 2025.) Optometristit näyttävät suhtautuvan tekoälyyn samalla tavalla. Se voi tukea heidän työtään, mutta ei saa täysin korvata heidän asiantuntemustaan.

Tekoälyn rooli terveydenhuollossa on monivivahteinen. Tekoälyn vaikutusta lääkärin autonomiaan tarkastelevassa tutkimuksessa todetaan, että vaikka tekoäly voi tehostaa ja tukea päätöksentekoa, sen käyttö voi myös heikentää asiantuntijan valtaa ja itsenäisyyttä, jos taitoja ja ymmärrystä tekoälyn toiminnasta ei ole riittävästi. Tämä voi vaikuttaa potilaan ja ammattilaisen väliseen luottamukseen ja perinteisiin hoitokäytäntöihin. On tärkeää miettiä, miten tekoäly voidaan integroida niin, että se tukee ammattilaisen työtä ja päätöksentekoa ilman, että se vähentää asiantuntijan roolia tai vastuuta. (Furner & Wiesing 2024.) Tämä on tärkeä aihe myös optometrian alalla, sillä optometristit itse voivat kokea oman roolinsa vähenevän tekoälyn rinnalla. Kysymys kuuluukin, miten tekoälyä voidaan käyttää ammattilaisen työtä tukena ilman, että se vähentää asiantuntijan roolia.

Myös tekoälyn tarkkuus on noussut esiin niin tässä katsauksessa kuin aiemmissa tutkimuksissakin. Optometristit ovat huolissaan siitä, että tekoälyjärjestelmät voivat olla virheellisiä ja aiheuttaa väärän diagnoosin. Tämä on tärkeä eettinen kysymys, joka ei rajoitu vain optometriaan. Katsauksessa ilmeni optometristien yleinen halukkuus hyödyntää tekoälyä terveydenhuollon parantamiseksi, mutta samalla huoli koulutuksesta, kustannuksista, vastuista, taitojen säilyttämisestä, tietojen jakamisesta ja ammatillisten käytäntöjen häiriintymisestä (Constantin ym. 2023). Eräs tämän katsauksen tutkimuksista nosti esiin sen, kuinka tärkeää olisi varmistaa tekoälyn luotettavuus ennen sen laajamittaista käyttöönottoa (Scanzera ym. 2022). Optometristien huoli tekoälyn diagnostisesta tarkkuudesta ei ole poikkeuksellista, vaan tällaisia epäilyksiä on tunnistettu myös laajemmin lääketieteessä ja oftalmologiassa.

Laaja systemaattinen katsaus ja meta-analyysi vertasi generatiivisten tekoälymallien ja lääkäreiden diagnostista tarkkuutta. Parhailta kielimalleilla ensisijaisen diagnoosin tarkkuus vaihteli 25 %:sta 98 %:iin ja hoidon tarpeen kiireellisyyden arvioinnin tarkkuus vaihteli 67 %:sta 98 %:iin. Analyysi osoitti, että lääkärit saavuttivat yleisesti paremman diagnostisen tarkkuuden kuin kielimallit eri sairauksissa. Alaryhmäanalyysit kliinisen erikoisalnan mukaan osoittivat vähäisempää heterogeenisuutta oftalmologiaan liittyvissä tutkimuksissa, mutta tulokset suosivat silti oftalmologian ammattilaisten diagnostista tarkkuutta kielimalleihin verrattuna. Tämä korostaa, että vaikka tekoäly voi tukea diagnooseja, sen käyttö vaatii kriittistä arviointia eikä siihen tulisi luottaa sataprosenttisesti. (Shan ym. 2025.) Vain oftalmologiaa käsitelleessä tutkimuksessa tarkasteltiin tekoälyn vaikutusta glaukooman diagnostiikkaan. Vaikka tekoälyalgoritmit saavuttivat korkean tarkkuuden silmänpohjakuvien tulkinnessa, tutkijat varoittivat, että virheellinen tekoälyhavainto voi johtaa sen virheelliseen hyväksymiseen ilman riittävää kliinistä vahvistusta. Lääkäri voi luottaa järjestelmään liikaa, mikä voi vaarantaa potilasturvallisuuden. (Ting ym. 2019.)

Optometristien esiin tuomat eettiset huolet tekoälyn tarkkuudesta ja rehellisyydestä saavat siis vahvistusta niin oftalmologiasta kuin yleisesti lääketieteestä. Ne korostavat tarvetta varmistaa, että tekoälyjärjestelmät eivät pelkästään toimi teknisesti oikein, vaan että niiden tuottamat löydökset myös ymmärretään ja arvioidaan kriittisesti. Tekoälyä tulee käyttää tukena, ei terveydenhuollon ammattilaisen korvaajana ja sen luotettavuus on selkeästi osoitettava ennen sen kliinistä käyttöönottoa.

Tässä katsauksessa rajattiin tarkoituksella tekoälyn käyttö silmänpohjakuvien tulkinnessa pois hakujen ulkopuolelle, sillä se ei vastannut suoraan tutkimuskysymyksiin. On kuitenkin selvää, että kyseinen sovellusalue on merkittävä osa tulevaisuuden kehitystä

ja sitä on jo tutkittu paljon (Lupidi ym. 2023; Kubin ym. 2024; Musetti ym. 2024). Tekoälyä hyödynnetäänkin nykyisin erityisesti seulonnoissa, esimerkiksi silmänpohjakuvien analysoinnissa, mutta sen käyttöä voidaan tulevaisuudessa laajentaa mahdollisesti myös muiden silmäsairauksien diagnostiikkaan. On myös mahdollista, että tekoälyratkaisut yleistyvät jatkossa optikkoliikkeiden arjessa osana optometristin työtä.

#### 6.1.4 Piilolinssien etäsovitus ja potilaslähtöiset etähoitoratkaisut

Etäsovitus koville piilolinssille on mielenkiintoinen esimerkki siitä, miten teknologia voi laajentaa optometristien mahdollisuuksia etäpalveluiden tarjoamisessa. Etäsovitus koville piilolinssille on mahdollista, mutta vaatii lisälaitteita ja toisen henkilön avustusta (Ping & Pye 2023). Etäpalveluiden soveltaminen piilolinssien sovittamiseen voisi erityisesti auttaa potilaita, jotka asuvat syrjäseuduilla tai joilla on vaikeuksia päästä optometristin vastaanotolle. Tämä liittyy laajempaan trendiin terveydenhuollossa, jossa etäpalvelut voivat vähentää esteitä potilaiden pääsyssä hoitoon. Kuitenkin teknologian käyttöön liittyy myös haasteita, kuten laitteiden ja menetelmien monimutkaisuus. Samankaltaista teknologian hyödyntämistä on nähtävissä muilla terveydenhuollon osa-alueilla, kuten etäterveydenhuollon palveluissa, joissa tarvitaan erikoislaitteita ja potilaan aktiivista osallistumista. Teknologian käyttö potilaslähtöisissä etäratkaisuisissa on yleistynyt merkittävästi viime vuosina ja sen hyödyt on todettu muun muassa kroonisten sairauksien hallinnassa. Esimerkiksi diabeteksen hoidossa etämonitorointi ja -hoito on todettu vaikuttaviksi työkaluiksi tyypin 2 diabeteksen hoidossa, parantaen glukoositasapainoa ja alentaen verenpainetta. Interventioiden monimutkaisuus voi kuitenkin olla haastavaa iäkkäille potilaille, mikä korostaa huolellisen potilasvalinnan merkitystä, jotta hyödyt ylittävät mahdolliset haitat. (Mihevc ym. 2025.)

Kovia piilolinssijä sovitetaan myös ainakin Suomessa huomattavasti vähemmän kuin pehmeitä piilolinssijä, joten myös kertakäyttöisten ja kuukausikäyttöisten piilolinssien etäsovituksesta olisi tärkeää saada lisää tutkimustietoa. Tähän katsaukseen ei kuitenkaan löydetty yhtään pehmeiden piilolinssien etäsovitusta käsitellyttä tutkimusta. Piilolinssikäyttäjien asenteita piilolinssien käyttöön ja hoitoon COVID-19-pandemian aikana selvittänyt tutkimus toi kuitenkin esiin, että silmäterveyden ammattilaisten tulisi ottaa käyttöön vaihtoehtoisia lähestymistapoja piilolinssineuvonnassa varmistaakseen potilaiden sitoutumisen piilolinssien käyttöön ja hoitoon pandemian aikana (Bakkar & Alzghoul 2021). Piilolinssien etäsovituksien mahdollisuuksista tarvitaan siis lisää tutkimusta.

### 6.1.5 Kuvarekisterit ja tekoälypohjainen kuvien jakaminen

Optometristit suhtautuvat myönteisesti kuvarekisterin käyttöönottoon, mutta huoli teknisistä vaikeuksista, standardoinnin puutteesta ja työmäärästä nousi esiin (Constantin ym. 2023). Kuvarekistereiden ja tekoälyn yhdistäminen terveydenhuollossa on lupaava suuntaus, joka voisi toteutuessaan parantaa hoidon laatua ja tehostaa tiedon jakamista. Suomessa käytössä oleva Kanta-järjestelmä tarjoaa esimerkin siitä, kuinka tiedon jakaminen eri terveydenhuollon toimijoiden kesken voi parantaa hoidon jatkuvuutta. On tärkeää kuitenkin varmistaa, että tekninen infrastruktuuri on kunnossa ennen laajamittaista käyttöönottoa. Tämä koskee erityisesti sellaista teknologiaa, jossa potilaan arkaluonteisia tietoja käsitellään. (Constantin ym. 2023.)

## 6.2 Eettisyys ja luotettavuus

Eettisyys on perustavaa laatua oleva osa kaikkea tieteellistä toimintaa. Tutkimusetiikan kehittäminen on ollut tärkeässä roolissa niin hoitotieteiden kuin muidenkin tieteenalojen tutkimustoiminnassa jo pitkään. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017: 211.) Hyvä tieteellinen käytäntö ohjaa tieteellistä tutkimusta. Eurooppalaisen tutkimuseettisen ohjeistuksen mukaan hyvän tieteellisen käytännön keskeisiä periaatteita ovat luotettavuus, rehellisyys, arvostus ja vastuullisuus. (TENK 2023: 11.) Tieteellinen työ suunnitellaan, toteutetaan ja kirjataan yksityiskohtaisesti, ja siinä pyritään aina mahdollisuuksien mukaan noudattamaan avoimen tieteen periaatteita. Suunnittelussa otetaan huomioon aiempi tutkimustieto. (TENK 2023: 13.) Tämä työ on toteutettu hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti sen peruseriaatteita ja ohjeistuksia noudattaen. Mikäli työn tekemisen aikana olisi huomattiin virheitä tai epäkohtia, pyrittiin ne korjaamaan heti.

Tietosuoja-asetuksen ja tietosuojalain peruseriaatteena on rekisteröidyn oikeuksien turvaaminen. Opinnäytetyöprosessissa tulee kiinnittää huomiota henkilötietojen käsittelyyn ja tietosuojan toteutumiseen. (Arene 2025: 10–11, 25.) Tässä työssä on noudatettu henkilötietojen käsittelyyn ja tietosuojaan liittyvää lainsäädäntöä. Työssä ei kuitenkaan käsitellä henkilötietoja, sillä kirjallisuuskatsaus kohdistuu aiempaan tutkittuun tietoon eikä näin ollen käsittele tai kerää uutta henkilötietoa. Oli silti tärkeää käydä valittu aineisto läpi ja varmistua, että tietosuoja on kirjallisuuskatsaukseen valituissa aineistoissa otettu huolellisesti huomioon. Tämän työn kohdalla eettistä ennakoarviointia tai tutkimuslupaa ei tarvittu, sillä tutkimuksen kohteena ei ole esimerkiksi eettisen ennakoarvioinnin piiriin kuuluvia ryhmiä kuten alaikäisiä lapsia eikä tutkimuslupaa vaativaa organisaatiota (TENK 2019: 16; Arene 2025: 12).

Kirjallisuuskatsausta tutkimusmetodina luonnehtii kurinalaisuus riippumatta kirjallisuuskatsauksen tyypistä. Kurinalaisuuteen liittyy pyrkimys tutkimuksen aikaiseen luotettavuuteen, pätevyyteen ja yleistettävyyteen. Tärkeää on menettelytapojen toteuttamisen tarkkuus ja läpinäkyvyys. Kurinalaisuus tarkoittaa käytännössä sitä, että kirjallisuuskatsauksen aineisto kerätään suunnitelmallisesti ja johdonmukaisesti, noudattaen etukäteen määriteltyjä sääntöjä, rajaten ja systemaattisesti. Läpinäkyvyydellä taas viitataan toistettavuuteen, eli siihen, että tutkimusprosessissa ilmaistaan yksityiskohtaisesti kaikki tutkijan tekemät valinnat ja niiden perustelut. (Vilkkä 2023: 13.) Kirjallisuuskatsauksessa on oleellista kohdistaa huomio selkeään kysymykseen, minimoida valinta- ja sisällytysharhaa sekä arvioida valikoitujen tutkimusten laatua. Lisäksi on tärkeää esitellä tutkimukset objektiivisesti. (Salminen 2011: 9.) Tässä työssä kirjallisuuskatsauksen prosessi on kuvattu auki mahdollisimman selkeästi ja läpinäkyvästi. Katsauksen tekemisen aikana kaikki vaiheet on kirjattu ylös ja näin varmistuttu siitä, että tiedonhaku olisi mahdollista toteuttaa uudelleen päätyen samaan lopputulokseen.

Hyvän tieteellisen käytännön periaatteiden mukaisesti on tärkeää arvostaa muiden tutkijoiden työtä, antaa tunnustusta heidän saavutuksilleen ja viitata heidän julkaisuihinsa asianmukaisesti tiedeyhteisössä (TENK 2023: 14). Tämän kirjallisuuskatsauksen kaikki työvaiheet on pyritty kuvaamaan avoimesti ja totuudenmukaisesti. Plagiointi tarkoittaa toisen henkilön tuottaman tekstin käyttämistä suoraan ilman selkeää lähdeviittausta (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017: 211). Aiempien tutkimusten tekijöille annetaan kunnia heidän tekemästään työstä lähdeviittausten avulla. Opinnäytetyöprosessin aikana työ on tarkistettu Turnitin-plagiaatintunnistusohjelmalla useaan kertaan ja näin varmistuttu, ettei työssä ole vahingossakaan plagiointia. Etiikka on otettu huomioon kaikissa tutkimuksen vaiheissa. Aineistoissa on pyritty löytämään alkuperäinen lähde, mikäli mahdollista ja merkitsemään lähteet asianmukaisesti lähdeluetteloon.

Tulosten sepittäminen tarkoittaa, että tutkimuksessa saadut tulokset ovat tekaistuja. Tällöin tutkijalla ei ole tulosten perusteeksi joko lainkaan aineistoa tai tuloksia on esimerkiksi kaunisteltu tai muunneltu. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää, että tutkimusraportissa kuvataan aina huolellisesti ja tarkasti kaikki tutkimuksen eri vaiheet. On tärkeää myös muistaa, että mahdolliset kielteiset tulokset ja tutkimuksen puutteet raportoidaan avoimesti. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2017: 225). Tässä katsauksessa huolehdittiin siitä, että alkuperäislähteiden ilmaisujen käännökset suomeksi tehtiin tarkasti ja huolellisesti, jotta alkuperäisen tiedon merkitys ei vääristyisi. Aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä oli keskeistä varmistaa, että alkuperäistutkimusten tuottama

tieto välittyi sellaisenaan katsauksen tuloksiin. Katsauksen tekijän omat ennakko-oletukset ja mielipiteet eivät ohjanneet tulkintaa, vaan johtopäätökset tehtiin puhtaasti aineiston pohjalta. (Vilka 2023: 99.)

Tässä kirjallisuuskatsauksessa hyödynnettiin tekoälyä OpenAI:n ChatGPT:n versiota GPT-5 harkiten opinnäytetyöprosessin edistämisen tukena. Tekoälyä käytettiin apuvälineenä alkuperäislähteiden englanninkielisten ilmaisujen kääntämisessä suomeksi sekä suomenkielisen tekstin sanamuotojen selkeyttämisessä ja muotoilussa tieteelliseen tyyliin sopivaksi. Suoria käännöksiä tekoälyllä ei tehty. Kaikki sisällölliset valinnat, tulkinnat ja analyysit ovat tekijän itsensä tekemiä. Tekoälyä on käytetty vain työskentelyn tukena, ei tekstin tai tiedon tuottajana, saati tämän katsauksen tekijänä.

Julkaisuharha viittaa kirjallisuuden edustavuuden vääristymään, joka ei perustu artikkeleiden tieteellisen pätevyyden puutteisiin, vaan liittyy julkaisukäytäntöihin. Usein tutkimukset, jotka osoittavat jonkin hoidon tai menetelmän olevan tehokas, päätyvät julkaistuksi todennäköisemmin kuin ne, jotka raportoivat hoidon tehottomuudesta. Tämä voi johtaa kirjallisuuskatsauksissa virheellisiin positiivisiin tuloksiin. Riski on erityisen suuri, kun kyseessä on monia pieniä tutkimuksia samasta aiheesta. Julkaisuharhaa voidaan välttää tehokkaasti etsimällä tietoa myös epätyypillisistä lähteistä, kuten niin sanotusta harmaasta kirjallisuudesta. (Mäkelä & Varonen & Teperi 1996; Vilka 2023: 94–95.) Lopulta harmaata kirjallisuutta ei löytynyt tähän katsaukseen mukaan, joten on mahdollista, että julkaisuharha vaikuttaa tämän kirjallisuuskatsauksen tuloksiin. Katsauksessa mukana olleista tutkimuksista useat korostivat teleoptometrian hyötyjä, mutta on mahdollista, että tutkimusharhan vuoksi positiivisia tuloksia saaneet tutkimukset julkaistaan herkemmin.

Myös se, että tutkimuksissa 1–4 (Patel ym. 2023; Randhawa ym. 2023; Morettin ym. 2023; Sanghera ym. 2023) käytettiin samaa tutkimusjoukkoa, on voinut vaikuttaa tuloksiin. Kaikissa neljässä tutkimuksessa osallistujina oli nuoria optometrian opiskelijoita, joilla on todennäköisesti myönteinen suhtautuminen alaan ja digitalisaatioon. Tämä voi johtaa positiivisempiin tuloksiin verrattuna tilanteeseen, jossa tutkimus olisi toteutettu esimerkiksi iältään vanhemmalla osallistujajoukolla. Lisäksi kieliharha on voinut vaikuttaa tähän katsaukseen, sillä mukaan otettiin vain suomeksi ja englanniksi julkaistuja tutkimuksia. Muilla kielillä on kuitenkin voitu julkaista aihetta käsitteleviä valideja tutkimuksia, mutta työn tekijän kielitaidon, työn aikataulun ja käytettävissä olevien resursien vuoksi muun kielisten tutkimusten sisällyttäminen ei ollut mahdollista.

Katsauksen luotettavuus olisi parempi, jos sen toteuttaisi kaksi henkilöä, erityisesti aineiston laadun arvioinnin osalta (Siltanen ym. 2023: 18; Hoitotyön tutkimussäätiö). Tämä opinnäytetyö on tehty yksin, mikä voi vaikuttaa työn luotettavuuteen. Työtä on kuitenkin arvioitu säännöllisesti opinnäytetyöseminaareissa ohjaajien ja opponenttien toimesta, mikä parantaa työn luotettavuutta. Seminaariryhmä on tarjonnut eri vaiheissa tukea ja uusia näkökulmia, jotka ovat edistäneet työn kehitystä. Myös Metropolian informaation antama tuki tiedonhaussa on parantanut katsauksen laatua ja luotettavuutta.

Katsauksen tekeminen keskeytyi ajoittain muista elämän osa-alueista johtuvien taukojen vuoksi. Tarkat muistiinpanot ja tutkimuspäiväkirja auttoivat kuitenkin jatkamaan työskentelyä siitä, mihin viimeksi oli jääty. Tiedonhakuvaiheessa oli oltava tarkkana, että tutkimukset valittiin yhdenmukaisilla kriteereillä ja poissulkeminen tehtiin systemaattisesti. Kyseessä oli tekijän ensimmäinen kirjallisuuskatsaus, joten kokemattomuus toi mukanaan omat haasteensa. Erityisesti katsaukseen mukaan valittujen tutkimusten laadun arviointi olisi ollut hedelmällisempää yhteistyössä toisen tekijän kanssa, jolloin asioita olisi voinut pohtia yhdessä. Tässäkin vaiheessa seminaariryhmä ja opponentit tarjosivat kuitenkin tukea ja arvokkaita ohjeita työn tueksi. Tämän katsauksen tekemisen aikana julkaistiin sekä kansainvälisesti että Suomessa muita samaa aihepiiriä käsitteleviä katsauksia ja opinnäytetöitä. Tätä ei voinut ennakoida työn alussa, mutta se osoittaa aiheen ajankohtaisuuden ja sen, että lisätutkimukselle on selkeä tarve.

### 6.3 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet

Tämän katsauksen perusteella voidaan todeta, että digitaaliset ratkaisut, kuten etänäöntarkastukset, älypuhelinpohjaiset työkalut ja tekoälyavusteiset sovellukset, tarjoavat merkittäviä mahdollisuuksia silmäterveydenhuollon kehittämiseen. Ne voivat parantaa palveluiden saavutettavuutta ja tehostaa silmäsairauksien varhaista tunnistamista ja seurantaa erityisesti syrjäseuduilla ja alueilla, joissa silmäterveyden palvelut ovat rajallisia. Optometristien työnkuva vaihtelee kuitenkin kansainvälisesti eri maiden välillä ja Suomessa optometristien diagnostiset ja hoidolliset valtuudet ovat rajatummalla kuin monissa muissa maissa. Tästä syystä kaikki katsauksessa esiin nousseet digitaaliset mahdollisuudet eivät sellaisenaan ole vielä sovellettavissa juuri Suomessa optometristien työssä. Toisaalta juuri tämän katsauksen valmistumisen aikaan muuttanut optometristien ammattioikeuksia rajoittava lainsäädäntö muuttaa tilannetta alalla ja mahdollistaa jatkossa optometristeille laajemmat oikeudet määrittää silmälaseja erilaisille asiakasryhmille (Valtioneuvosto 2025.).

Tärkeä havainto on myös optometristien asenteiden ja valmiuksien merkitys uuden teknologian käyttöönotossa. Useat tutkimukset eri terveydenhuollon aloilta osoittavat, että teknologian hyväksyttävyyden ja sen koettu hyödyllisyys vaikuttavat ratkaisevasti käyttöönoton onnistumiseen (An & You & Park & Lee 2021; Garavand & Aslani & Nadri & Abedini & Dehghan 2022; Bîlbîie & Puiu & Mihăilă & Burcea 2024.). Näin ollen myös optometristeja tulee tukea ja kouluttaa uuden teknologian hyödyntämiseen.

Diabeettisen retinopatian seurannassa tekoälyavusteiset sovellukset ovat osoittautuneet varsin luotettaviksi, joskin eri tekoälyalgoritmien suorituskyvyssä on merkittävää vaihtelua korostaen ulkoisen validoinnin tarvetta seulonta-algoritmeille tosielämän olosuhteissa ennen niiden kliinistä käyttöä (Lupidi ym. 2023; Kubin ym. 2024; Musetti ym. 2024). Tekoälypohjaisia silmämepohjakameroita on otettu käyttöön myös Suomessa esimerkiksi Oulun yliopistollisessa sairaalassa (Suistola 2024). Seuraava keskeinen kehityssuunta olisi selvittää tekoälyn hyödyntämismahdollisuudet myös optometristien tarjoamissa perusterveydenhuollon silmäterveyspalveluissa.

Jatkotutkimuksissa tulisi tarkastella, miten teleoptometriaa voitaisiin hyödyntää asiakasryhmille, joiden digitaidot tai muut rajoitteet, kuten ikääntyminen, voivat heikentää teknologian saavutettavuutta ja käytettävyyttä ja selvittää onko heille sopivia etäpalveluita mahdollista luoda toimiviksi ja luotettaviksi. Lisätutkimusta tarvitaan myös etänä toteutettujen näöntarkastusten soveltuvuudesta silmäsairauksia omaaville potilaille, sillä tässä katsauksessa mukana olleet tutkimukset keskittyivät pääasiassa terveiden silmien tutkimiseen. Olisi tärkeää myös arvioida ja selvittää tarkemmin etäpalveluiden kustannustehokkuutta.

Etänäöntarkastuksien luotettavuutta erityisesti erityisillä potilasryhmillä olisi suositeltavaa tutkia riittävän suurilla otoksilla ja todellisissa kohdepopulaatioissa, joissa esiintyy myös silmäsairauksia. Olisi hyödyllistä myös tutkia, kuinka älypuhelinsovellukset voisivat tukea piilolinssien käyttäjiä noudattamaan paremmin hoito-ohjeita ja vaikuttaa siten parempiin silmäterveyden tuloksiin. Ylipäänsä piilolinssien etäsovitusten mahdollisuuksista tarvitaan lisää tutkimusta. Olisi tärkeää tietää onko etäsovitus mahdollista toteuttaa luotettavasti, mutta myös selvittää miten potilaat kokevat etäsovitukseen osallistumisen.

Tekoälyä on tutkittu jo melko laajasti optometristien näkökulmasta, erityisesti heidän asenteidensa ja kokemustensa kautta. Jatkossa olisi kuitenkin tärkeää keskittyä myös

tekoälyn vaikuttavuuden ja kustannustehokkuuden tutkimiseen. Tällainen tutkimus auttaisi arvioimaan tekoälyn todellisia hyötyjä optometristin työssä ja sen konkreettista lisäarvoa käytännön toiminnassa.

## Lähteet

Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene, 2025. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Verkkodokumentti. <<https://arene.fi/julkaisut/raportit/opinnaytetoiden-eettiset-suositukset/>>. Viitattu 17.17.2025.

An, Min Ho & You, Seng Chan & Park, Rae Woong & Lee, Seongwon 2021. Using an Extended Technology Acceptance Model to Understand the Factors Influencing Telehealth Utilization After Flattening the COVID-19 Curve in South Korea: Cross-sectional Survey Study. *JMIR Medical Informatics* 9 (1).

Armstrong, Samantha & Tenison, Ann & Patel, Krupa & Palmer, Meg & Pursey, Abi 2022. Contact lens wearers' perceptions of digital technology use in practice and with tele-optometry as part of the contact lens journey. *Contact Lens and Anterior Eye* 45 (1).

Azarcon, Corrina & Ranche, Felice & Santiago Darby 2020. Tele-Ophthalmology Practices and Attitudes in the Philippines in Light of the COVID-19 Pandemic: A Survey. *Clinical Ophthalmology* 15. 1239—1247.

Bakkar, May & Alzghoul, Eman 2021. Assessment of contact lens wearers' attitude toward contact lens wear and care during Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic: A cross-sectional online survey. *Contact Lens and Anterior Eye* 44 (6).

Bamdad, Shahram & Momeni-Moghaddam, Hamed & Abdollahian, Milad & Piñero, David P. 2022. Agreement of wavefront-based refraction, dry and cycloplegic autorefractometry with subjective refraction. *Journal of Optometry* 15 (1). 100–106.

Bashshur, Rashid & Howell, Joel & Krupinski, Elizabeth & Harms, Kathryn & Bashshur Noura & Doarn, Charles 2016. The Empirical Foundations of Telemedicine Interventions in Primary Care. *Telemedicine and E-Health* 22 (5). 342–375.

Bîlbîie, Abigaela & Puiu, Andreea-Ionela & Mihăilă, Viorel & Burcea, Marin 2024. Investigating Physicians' Adoption of Telemedicine in Romania Using Technology Acceptance Model (TAM). *Healthcare (Basel)* 12(15). 1531.

Blais, Nicolas & Tousignant, Benoit & Hanssens, Jean-Marie 2024. Comprehensive Primary Eye Care: A Comparison Between an In-Person Eye Exam and a Tele-Eye Care Exam. *Clinical Optometry* 2024 (16). 17–30.

Constantin, Aurora & Atkinson, Malcom & Bernabeu, Miguel Oscar & Buckmaster, Fiona & Dhillon, Baljean & McTrusty, Alice & Strang, Nial & Williams, Robin 2023. Optometrists' Perspectives Regarding Artificial Intelligence Aids and Contributing Retinal Images to a Repository: Web-Based Interview Study. *JMIR Hum Factors* 10.

ECOO European Council of Optometry and Optics 2023. Optics in a changing world. Verkkootikkeli. <<https://ecoo.info/2023/07/optics-in-a-changing-world/>>. Viitattu 28.11.2023.

Ezinne, Ngozika & Anyasodor, Anayochukwu & Bhattarai, Dipesh & Ekemiri, Kingsley & Aliah, James & Kureem, Phillips & Kwarteng, Michael & Mashige Khathutshelo, Percy & Osuagwu, Uchechukwu 2023. Knowledge, attitude and perception of optometrists in Trinidad and Tobago towards teleoptometry. *Heliyon* 9 (2).

Funer, Florian & Wiesing, Urban 2024. Physician's autonomy in the face of AI support: walking the ethical tightrope. *Front Med (Lausanne)* 11.

Garavand, Ali & Aslani, Nasim & Nadri, Hamed & Abedini, Saeideh & Dehghan, Shirin 2022. Acceptance of telemedicine technology among physicians: A systematic review. *Informatics in Medicine Unlocked* 30.

George, Pradeep Paul & Yun, Olivia Chng Shih & Siow, Kalin & Saxena, Nakul & Heng, Bee Hoon & Car, Josip & Lockwood, Craig 2019. Is there scope for expanding the optometrist's scope of practice in Singapore? – A survey of optometrists, opticians in Singapore. *Contact Lens and Anterior Eye* 42 (3). 258–264.

Greenhalgh, Trisha & Shaw, Sara & Wherton, Joseph & Vijayaraghavan, Shanti & Morris, Joanne & Bhattacharya, Satya & Hanson, Philippa & Campbell-Richards, Desirée & Ramoutar, Seendy & Collard, Anna & Hodkinson, Isabel 2018. Real-World Implementation of Video Outpatient Consultations at Macro, Meso, and Micro Levels: Mixed-Method Study. *Journal Of Medical Internet Research* 20 (4).

Grosser, John & Düvel, Juliane & Hasemann, Lena & Schneider, Emilia & Greiner, Wolfgang 2025. Studying the Potential Effects of Artificial Intelligence on Physician Autonomy: Scoping Review. *JMIR AI* 4.

Hartikainen, Arto & Seppänen, Matti 2022. Refraktointi, luvussa Refraktio ja taittovirheet. Teoksessa Seppänen, Matti & Kaarniranta, Kai & Setälä, Niko & Uusitalo, Hannu (toim.). *Silmätautien käsikirja. 3. uudistettu painos*. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki.

Hirsjärvi, Sirkka & Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula 2009. *Tutki ja kirjoita. 15. painos*. Kustannusosakeyhtiö Tammi. Helsinki.

Ho, Sharon & Doig, Gordon & Ly, Angelica 2022. Attitudes of optometrists towards artificial intelligence for the diagnosis of retinal disease: A cross-sectional mail-out survey. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2022 42 (6).1170–1179.

Hoitotyön tutkimussäätiö. JBI Tutkimusten arviointikriteeristöt. Verkkoartikkeli. <<https://hotus.fi/kansainvalinen-yhteistyö/jbi-keskus/tutkimusten-arviointikriteeristot-jbi/>>. Viitattu 16.2.2024.

Huang, Jie & Li, Xiaoning & Yan, Tao & Wen, Longbo & Pan, Lun & Yang, Zhikuan 2022. The Reliability and Acceptability of RDx-Based Tele-Controlled Subjective Refraction Compared with Traditional Subjective Refraction. *Translational Vision Science & Technology* November 11 (16).

Instru Optiikka 2023. Nissen aloittaa etänäöntarkastukset ensimmäisenä Suomessa. Verkkoartikkeli. <<https://instruoptiikka.fi/uutiset/nissen-aloittaa-etanaontarkastukset-ensimmaisena-suomessa/>>. Viitattu 3.5.2024.

Kankkunen, Päivi & Vehviläinen-Julkunen, Katri 2017. Tutkimus hoitotieteessä. Sanoma Pro Oy. Helsinki.

Kapur, Neha & Sabherwal, Shalinder & Sharma, Preeti & Nayab, Javed & Koh Pei Chen, Patricia & Srivastava, Soniya & Majumdar, Atanu 2024. Assessing the reliability of tele-refraction for real time consultation with a remote optometrist. *PLoS One* 19 (6).

Kim, Soyang Ella & Logeswaran, Abison & Kang, Swan & Stanojic, Nick & Wickham, Louisa & Thomas, Peter & Li, Ji-Peng Olivia 2021. Digital Transformation in Ophthalmic Clinical Care During the COVID-19 Pandemic. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology* 10 (4). 381–387.

Kozlov, Yuval & Kinori, Michael & Armarnik, Sharon & Yahalomi, Tal & Ekshtein, Aya & Levian, Leora & Mezd-Koursh, Daphna & Pikkell, Joseph & Ben-Ari, Oded 2024. Subjective versus objective refraction in healthy young adults. *BMC Ophthalmology* 24 (1). 1–5.

Kubin, Anna-Maria & Huhtinen, Petri & Ohtonen, Pasi & Keskitalo, Antti & Wirkkala, Joonas & Hautala, Nina 2024. Comparison of 21 artificial intelligence algorithms in automated diabetic retinopathy screening using handheld fundus camera. *Annals of Medicine* 56 (1).

Liaqat, Rimsha & Latif, Beenish 2024. Knowledge, Attitude and Perceptions of Optometrists Towards Tele-Optometry in Pakistan. *Ophthalmol Pak.* 14 (1). 15–18.

Liddy, Clare & Guglani, Sheena & Ratzlaff, Timothy & Campbell, Robert & Cranston, Lacey & Miville, Andrea & ten Hove, Martin & Keely, Erin 2022. Expanding the scope of an eConsult service: acceptability and feasibility of an optometry–ophthalmology pilot project. *Canadian Journal of Ophthalmology* 58 (3). 204–211.

Lupidi, Marco & Danieli, Luca & Fruttini, Daniela & Nicolai, Michele & Lassandro, Nicola & Chhablani, Jay & Mariotti, Cesare 2023. Artificial intelligence in diabetic retinopathy screening: clinical assessment using handheld fundus camera in a real-life setting. *Acta Diabetologica* 60. 1083–1088.

Marjamaa, Minna & Sinisalo, Riikka 2022. Kirjallisuuskatsauksen ohjaus – perustana tutkimuskysymys ja ohjaushaastattelu. Verkkoartikkeli. <<https://www.kreodi.fi/arkisto/artikkelit/kirjallisuuskatsauksen-ohjaus-perustana-tutkimuskysymys-ja-ohjaushaastattelu.html>>. Viitattu 22.11.2023.

Massie, Jessica & Block, Sandra S. & Morjaria, Priya 2022. The Role of Optometry in the Delivery of Eye Care via Telehealth: A Systematic Literature Review. *Telemedicine Journal & E-Health* 28 (12). 1753–1763.

Metropolia Ammattikorkeakoulu 2023. Optometrian tutkinto-ohjelma. Verkko-dokumentti. <<https://opinto-opas.metropolia.fi/88094/fi/108/70309>>. Viitattu 28.11.2023.

Mihevc, Matic & Lukančič, Majda Mori & Zavrnik, Črt & Vrtič Potočnik, Tina & Ružič Gorenjec, Nina & Petek Šter, Marija & Klemenc-Ketiš, Zalika & Poplas Susič, Antonija 2025. Impact of 12-Month mHealth Home Telemonitoring on Clinical Outcomes in Older Individuals With Hypertension and Type 2 Diabetes: Multicenter Randomized Controlled Trial. *JMIR mHealth and uHealth* 13.

Mikkola, Outi & Petäjä, Sari 2023. Katse terveydenhuollon etäpalvelun tulevaisuuteen. Teoksessa Mikkola, Outi & Petäjä, Sari (toim.). Asiakaslähtöisen etäpalvelun kehittäminen terveydenhuollossa. Artikkelikokoelma. Rovaniemi: Lapin ammattikorkeakoulu. <<https://pohjoisentekijat.fi/2023/06/19/asiakaslaittoisen-etapalvelun-kehittaminen-terveydenhuollossa/>>. Viitattu 28.6.2025.

Morettin, Christina & Randhawa, Harneet & McLeod, Heather & Fazio, Kimberly & Katouf, Valerie & Patel, Jaymeni 2023. Refraction in the Tele-Optometric Examination Compared to Traditional In-Person Refraction in an Adult Population. *Optometry & Visual Performance* 11 (1). 30–38.

Munn, Zachary & Peters, Micah & Stern, Cindy & Tufanaru, Catalin & McArthur, Alexa & Aromataris, Edoardo 2018. Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Med Res Methodol* 18 (143).

Musetti, Donatella & Cutolo, Carlo Alberto & Bonetto, Monica & Giacomini, Mauro & Maggi, Davide & Viviani, Giorgio Luciano & Gandin, Ilaria & Traverso, Carlo Enrico & Nicolò, Massimo 2024. Autonomous artificial intelligence versus teleophthalmology for diabetic retinopathy. *European Journal of Ophthalmology* 35 (1). 232–238.

Mäkelä, Marjukka & Varonen, Helena & Teperi Juha 1996. Systemoitu kirjallisuuskatsaus tiedon tiivistäjänä. *Duodecim Aikakauskirja* 112 (21). <<https://www.duodecim-lehti.fi/duo60413>>. Viitattu 23.4.2024.

Nagra, Manbir & Vianya-Estopa, Marta & Wolffsohn, James 2020. Could telehealth help eye care practitioners adapt contact lens services during the COVID-19 pandemic? *Contact Lens and Anterior Eye* 43 (3). 204–207.

NÄE ry 2022 a. Kuka hoitaa silmäterveyttämme, kun 1,5 miljoonaa käyntikertaa moninkertaistuu? – Hoitoon pääsy ja hoitohenkilöstön riittävyys turvattava. Verkkoartikkeli. <<https://naery.fi/2022/12/12/kuka-hoittaa-silmaterveyttamme-kun-15-miljoonaa-kayntikertaa-moninkertaistuu-hoitoon-paasy-ja-hoitohenkiloston-riittavyys-turvattava/>>. Viitattu 28.11.2023.

NÄE ry 2022 b. Silmäterveydenhuollon sokeat pisteet. <<https://naery.fi/2022/05/13/silmaterveydenhuollon-sokeat-pisteet/>>. Viitattu 27.3.2024.

NÄE ry 2024 a. Verkkoartikkeli. Optometristin työ ja koulutus sekä optometria alana <<https://naery.fi/optikkoliike/optometristin-tyo-ja-koulutus/>>. Viitattu 27.3.2024.

NÄE ry 2024 b. Mikä on NÄE ry? Verkkoartikkeli. <<https://naery.fi/nae-ry/>>. Viitattu 27.3.2024.

Odigie, Oseleomhen Monica & Akpotiri, Jennifer & Zeppieri, Marco & Musa, Mutali 2024. Knowledge and attitude towards tele-eyecare among Optometry students in University of Benin. *Journal of the Nigerian Optometric Association* 26 (2). 34–42.

Optometrian Eettinen Neuvosto a. Optometrian rakenteinen kirjaaminen. Verkkodokumentti. <<https://naery.fi/wp-content/uploads/2021/03/oen-optometrian-rakenteinen-kirjaaminen.pdf>>. Viitattu 2.5.2024.

Optometrian Eettinen Neuvosto b. Hyvä optometristin tutkimuskäytäntö -ohjeistus. Verkkodokumentti. <<https://naery.fi/wp-content/uploads/2021/03/oen-hyva-optometristin-tutkimuskaytanta-ohjeistus.pdf>>. Viitattu 2.5.2024.

Pennanen, Paula & Jansson, Miia & Torkki, Paulus & Harjumaa, Marja & Pajari, Iida & Laukka, Elina & Lakoma, Sanna & Härkönen, Henna & Verho, Anastasiya & Martikainen, Susanna & Kouvonen, Anne & Leskelä, Riikka-Leena 2023. Digitaalisten palvelujen vaikutukset sosiaali- ja terveydenhuollossa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja. Valtioneuvoston kanslia. Helsinki.

Patel, Jaymeni & Morettin, Christina & Wyles, Elizabeth & Fazio, Kimberly & Randhawa, Harneet & Messner, Leonard 2023. Patient-Reported Satisfaction with a Novel, Tele-Optometric Comprehensive Eye Exam. *Optometry & Visual Performance* 11 (1). 58–63.

Ping, Xiaona & Pye, David 2023. A proposed methodology for conducting a remote rigid gas permeable contact lens consultation. *Contact Lens and Anterior Eye* 46 (5).

Purola, Petri & Koskinen, Seppo & Uusitalo, Hannu 2024. Suomalaisten näöntarkkuus parantunut selvästi 20 viime vuoden aikana. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 140 (8). 607–9. <<https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2024/8/duo18191>>. Viitattu 22.5.2024.

Raffa, Lina & Balbaid, Nasser & Ageel, Mariam 2022. “Smart Optometry” phone-based application as a visual acuity testing tool among pediatric population. *Saudi Med Journal* 43 (8). 946–953.

Ramamurthy, Dharani & Srinivasan, Sangeetha & Chamarty, Sruthi & Velappan, Tharaniy & Verkicharla, Pavan Kumar & Samuel Paulraj, Angeline Kirubha 2024. Smart Devices in Optometry: Current and Future Perspectives to Clinical Optometry. *Clinical Optometry (Auckl)* 29 (16). 169–190

Randhawa, Harneet & McLeod, Heather & Kattouf, Valerie & Pang, Yi & Sanghera, Navjit 2023. Binocular Vision and Accommodative Testing in the TeleOptometric Comprehensive Eye Examination in a Student Population. *Optometry & Visual Performance* 11 (1). 39–44.

Rhee, Michelle & Jacobs, Deborah & Dhaliwal, Deepinder & Szczotka-Flynn, Loretta & Prescott, Christina & Jhanji, Vishal & Steinemann, Thomas & Koffler, Bruce & Jeng, Bennie 2022. Contact Lens Safety for the Correction of Refractive Error in Healthy Eyes. *Eye Contact Lens* 48(11). 449–454.

Saari, Matti K. & Korja, Taru 2011. Silmän refraktio ja akkommodaatio. Teoksessa Saari, Matti K. (Toim.). *Silmätautioppi*. 6. uudistettu painos. Kandidaatti-kustannus Oy. Helsinki.

Salminen, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan Yliopisto. Vaasa.

Sanghera, Navjit & Patel, Jaymeni & Wyles, Elizabeth & Yi, Pang & Messner, Leonard & Morettin, Christina 2023. The Validity of Ocular Health Testing in Tele-Optometric Eye Examinations in a Young Adult Population. *Optometry & Visual Performance* 11 (1). 46–57.

Sanil, Joseph & Jerrome, Selvaraj & Iswarya, Mani & Thandavaraya, Kumaragurupari & Xianwen, Shang & Poonam, Mudgil & Thulasiraj, Ravilla & Mingguang, He 2024. Diagnostic Accuracy of Artificial Intelligence-Based Automated Diabetic Retinopathy Screening in Real-World Settings: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Ophthalmology* 263. 214–230.

Satgunam, PremNandhini & Thakur, Monika & Sachdeva, Virender & Reddy, Sneha & Rani, Padmaja Kumari 2021. Validation of visual acuity applications for teleophthalmology during COVID-19. *Indian Journal of Ophthalmology* 69 (2). 385–390.

Scanzera, Angelica & Shorter, Ellen & Kinnaird, Charles & Valikodath, Nita & Al-Khaled, Tala & Cole, Emily & Kravets, Sasha & Hallak, Joelle & McMahon, Timothy & Chan, Paul 2022. Optometrist's perspectives of Artificial Intelligence in eye care. *Journal of Optometry* 15 (1). 91–97.

Shahbaz, Rawan & Salducci, Mauro 2020. Law and order of modern ophthalmology: Teleophthalmology, smartphones legal and ethics. *European Journal of Ophthalmology* 31 (1).

Shan, Guxue & Chen, Xiaonan & Wang, Chen & Liu, Li & Gu, Yuanjing & Jiang, Huiping & Shi, Tingqi 2025. Comparing Diagnostic Accuracy of Clinical Professionals and Large Language Models: Systematic Review and Meta-Analysis. *JMIR Medical Informatics* 13.

Seppänen, Matti & Kam, Satu 2022. Silmäpotilaan hoidon periaatteet, tarpeen arviointi ja seuranta. Teoksessa Seppänen, Matti & Kaarniranta, Kai & Setälä, Niko & Uusitalo, Hannu (toim.). *Silmätautien käsikirja*. 3. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki.

Seppänen, Matti & Uusitalo, Hannu 2022. Silmän tutkiminen, oireet ja löydökset. Teoksessa Seppänen, Matti & Kaarniranta, Kai & Setälä, Niko & Uusitalo, Hannu (toim.). *Silmätautien käsikirja*. 3. uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim. Helsinki.

Silmäasema 2023. Etäoptikon näöntutkimus. Verkkoartikkeli. <<https://www.silmäasema.fi/artikkeli%20/etaoptikko.html>>. Viitattu 3.5.2024.

Siltanen, Hannele & Hamari, Lotta & Heikkilä, Kristiina & Marin, Kaisa & Parisod, Heidi & Holopainen, Arja 2023. Hoitosuosituksen laadinta – käsikirja suositustyöryhmille. Versio 3.0. Hoitotyön Tutkimussäätiö. Helsinki.

Snowell, Centaine & Chelberg, Georgina & De Guzman, Keshia & Haydon, Helen & Thomas, Emma & Caffery, Liam & Smith, Anthony 2021. The clinical effectiveness of telehealth: A systematic review of meta-analyses from 2010 to 2019. *Journal of Telemedicine and Telecare* 29 (9). 669–684.

Steren, Benjamin & Young, Benjamin & Chow, Jessica 2021. Visual Acuity Testing for Telehealth Using Mobile Applications. *JAMA Ophthalmol.* 139 (3). 344–347.

Stoltzfus, Mason & Kaur, Arshdeep & Chawla, Avantika & Gupta, Vasu & Anamika, F. N. U & Jain, Rohit 2023. The role of telemedicine in healthcare: an overview and update. *Egyptian Journal of Internal Medicine* 35 (49).

Stuermer, Leandro & Martin, Raul 2022. Characterization of technologies in digital health applied in vision care. *Journal of Optometry.* 15 (1). 70–81.

Suistola, Anna 2024. OYS tekee teköälystä arkea hoitotyössä - Diabetespotilas saa diagnoosin minuuteissa. Kaleva. Artikkel. <<https://www.kaleva.fi/oys-tekee-tekoalysta-arkea-hoitotyossa-diabetespot/6177423>>. Viitattu 17.7.2025.

Tan, Irene & Dobson, Lucy & Bartnik, Stephen & Muir, Josephine & Turner, Angus 2016. Real-time teleophthalmology versus face-to-face consultation: A systematic review. *Journal of Telemedicine and Telecare* 23 (7). 629–638.

TENK Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2019. Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2019. Verkkodokumentti. <[https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden\\_eettisen\\_ennakoarvioinnin\\_ohje\\_2020.pdf](https://tenk.fi/sites/default/files/2021-01/Ihmistieteiden_eettisen_ennakoarvioinnin_ohje_2020.pdf)>. Viitattu 21.11.2023.

TENK Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukausepäilyjen käsitteleminen Suomessa 2023. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2023. Verkkodokumentti. <[https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje\\_2023.pdf](https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf)>. Viitattu 21.11.2023.

Ting, Daniel Shu Wei & Pasquale, Louis & Peng, Lily & Campbell, John Peter & Lee, Aaron & Raman, Rajiv & Tan, Gavin Siew Wei & Schmetterer, Leopold & Keane, Pearse & Wong, Tien Yin 2019. Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. *British Journal of Ophthalmology* 103. 167–175.

Tuomi, Jouni & Sarajärvi, Anneli 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Kustannusosakeyhtiö Tammi. Helsinki.

Valtioneuvosto 2025. Optikoiden ammatinharjoittamista rajoittavat säännökset kumotaan. Verkkoartikkeli. <<https://valtioneuvosto.fi/-/1271139/optikoiden-ammatinharjoittamista-rajoittavat-saannokset-kumotaan>>. Viitattu 8.8.2025.

Vehko, Tuulikki & Kärkkäinen, Elina & Kaihlanen, Anu-Marja & Virtanen, Lotta & Kainiemi, Emma & Heponiemi, Tarja 2025. Digitaaliset palvelut hyvinvointialueilla. Teoksessa Tynkkynen, Liina-Kaisa & Paatela, Satu &, Aalto, Anna-Mari & Keskimäki, Ilmo & Nykänen, Eeva & Peltola, Mikko & Sinervo, Timo & Tammi, Tuukka & Viita-aho, Marjaana (toim.). Tilannekuvia hyvinvointialueilta – muutokset palvelujärjestelmässä sote-uudistuksen alkuvuosina. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos THL. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-408-459-8>>. Viitattu 28.6.2025.

Vilka, Hanna 2023. Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina. Art House Oy. Helsinki.

Wajuihian, Samuel Otabor & Mashige, Khathutshelo Percy 2021. Gender and age distribution of refractive errors in an optometric clinical population. *Journal of Optometry* 14 (4). 315–327.

Woodward, Maria & Ple-plakon, Patricia & Blachley, Taylor & Musch, David & Newman-Casey, Paula & De Lott, Lindsey & Lee, Paul 2015. Eye Care Providers' Attitudes Towards Tele-ophthalmology. *Telemed J E Health* 21(4). 271–273.