

Satu Huhtakallio

Älypuhelimet aiheuttavat myopiaa – vai aiheuttavatko?

Kirjallisuuskatsaus älypuhelinien vaikutuksista näköön

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Optometrismi

Optometrian koulutusohjelma

Opinnäytetyö

Kevät 2014

| | |
|---|---|
| Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika | Satu Huhtakallio Älypuhelimet aiheuttavat myopiaa – vai aiheuttavatko? : Kirjallisuuskatsaus älypuhelinien vaikutuksista näköön. 41 sivua + 1 liite Kevät 2014 |
| Tutkinto | Optometrismi (AMK) |
| Koulutusohjelma | Optometrian koulutusohjelma |
| Suuntautumisvaihtoehto | Optometria |
| Ohjaajat | Lehtori Juha Havukumpu Lehtori Juha Päällysaho |
| <p>Likitaiteisuuden esiintyvyys on lisääntynyt merkittävästi 1900-luvun aikana. Lisääntynyt likitaiteisuus on yhdistetty lisääntyneeseen koulutukseen sekä lähityön tekemiseen. Älypuhelinien käyttäjien määrä on kasvanut viime vuosien aikana, ja näyttöjen näkökykyyn liittyvät haittavaikutukset ovat herättäneet huolta. Älypuhelinia käytettäessä katseluetäisyys on lyhempi kuin muussa lähityössä, mikä aiheuttaa suurta räsitusta akkommodaatiolle ja konvergenssille. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, aiheuttavatko älypuhelimet lisääntyvää myopiaa eli likitaiteisuutta. Lisäksi selvitettiin, millaisia muita vaikutuksia älypuhelinien käytöllä voi olla näkökykyyn.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuskatsaus käsittelee lähityöhön liittyvää silmän akkommodaatiota sekä älypuhelinien näyttöjen yhteyttä silmien rasittumiseen ja väsymiseen, akkommodaatioon, vergensseihin sekä myopian kehittymiseen. Lisäksi käsitellään myopian kehittymiseen vaikuttavia yleisiä tekijöitä.</p> <p>Kirjallisuuskatsauksen mukaan älypuhelinien käyttäminen aiheuttaa näönrasitusoireita. Lukunopeuden on todettu olevan hitaampi näyttöjä katsottaessa. Väsymykseen liittyvää akkommodaatiotoiminnan ja vergenssin heikkenemistä sekä väliaikaista myopisoitumista (noin -0,12 D) saattaa esiintyä lähityön jälkeen. Muutokset ovat kuitenkin palautuvia. Näistä lähinään muutoksista huolimatta digitaalisten näyttöjen ei ole todettu aiheuttavan pysyvää likitaiteisuuden kehittymistä.</p> <p>Perinnöllisten tekijöiden ja ympäristötekijöiden vaikutuksesta myopian kehittymiseen on kiisteltä kauan. Useat tutkimukset viittaavat siihen, että lähityön tekeminen kaikissa muodoissaan saattaa vaikuttaa likitaiteisuuden kehittymiseen. Tutkimusten mukaan erityisesti lyhempi katseluetäisyys on suurempi riskitekijä myopian kehittymiselle. Ei ole täyttä varmuutta likitaiteisuuden kehittymiseen liittyvistä tekijöistä, mutta mykiön akkommodaation on ehdotettu vaikuttavan kehittymiseen. Suuri akkommodaatorasitus saattaa myös lisätä riskiä akkommodaatiospasmin ja valelikitaiteisuuden kehittymiseen.</p> <p>Opinnäytetyön aihe on tällä hetkellä hyvin ajankohtainen ja tulevaisuuteen suuntautuva. Aihe tulee todennäköisesti jatkossa yhä useammin esille näönhuollon ammattilaisten työssä.</p> | |
| Avainsanat | akkommodaatio, lähityö, myopia, älypuhelimet |

| | |
|---|---|
| Author Title Number of Pages Date | Satu Huhtakallio Smartphones Cause Myopia – or Do They? : A Literature Review about the Effects of Smartphone Use on Vision. 41 pages + 1 appendix Spring 2014 |
| Degree | Bachelor of Health Care |
| Degree Programme | Optometry |
| Specialisation option | Optometry |
| Instructors | Juha Havukumpu, Senior Lecturer Juha Päälylyaho, Senior Lecturer |
| <p>Rates of nearsightedness have increased significantly during the 20th century. This has been associated with the increased amount of schooling, education and doing near work. The number of smartphone users has increased over the past few years and there is a concern about the sight problems caused by smartphone use. Working distances using smartphone are closer compared to the other forms of near work, which causes stress on both accommodation and vergence. The purpose of this study was to determine if smartphones are causing myopia. In addition, I investigated what other kinds of effects smartphone use has on vision.</p> <p>This thesis was carried out as a literature review. The literature review deals with accommodation, which is related to near work, and a link between smartphone displays and eyestrain, eye fatigue, accommodation, vergence, - and myopia progression. Moreover, the etiologies of myopia are discussed.</p> <p>According to the literature review, the usage of smartphones causes CVS-symptoms. Reading on a digital display may be slower compared to hard copy. Fatigue-induced decreases in accommodation function as well as vergence and transient myopia (-0,12 D) may occur after near work. These changes are short-term and reversible. Despite these changes, there is no evidence that digital displays are causing permanent myopia.</p> <p>The debate between hereditary and environmental factors causing myopia has persisted for a long time. However, most of the studies indicate that near work generally is associated with the development of myopia. According to studies, particularly closer viewing distances are a greater risk factor for the development of myopia. There is no universally accepted theory for the etiology of myopia, but accommodation has been proposed to be one causative factor. The accommodation strain, while viewing displays, may also result in accommodation spasm and the development of pseudomyopia.</p> <p>The topic of this thesis is current at the moment at it is aiming for the future. Hence, the topic will probably come up more and more in the future among the eye care professionals.</p> | |
| Keywords | accommodation, near work, myopia, smartphones |

Sisällys

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Opinnäytetyön toteutus | 3 |
| 2.1 | Tausta, tarkoitus ja tavoite | 3 |
| 2.2 | Kirjallisuuskatsaus | 4 |
| 2.3 | Aikaisemmat tutkimukset | 4 |
| 3 | Älypuhelimet | 6 |
| 3.1 | Näyttötekniikat | 6 |
| 3.2 | Kirjainkoko, katseluetäisyys ja katsekulma | 7 |
| 4 | Akkommodaatio | 10 |
| 4.1 | Osatekijät | 11 |
| 4.2 | Normaali akkommodaatiovajaus | 11 |
| 4.3 | Akkommodaatiospasmi | 12 |
| 5 | Näyttöpäätetyön oireyhtymä | 13 |
| 5.1 | Astenooppiset oireet | 14 |
| 5.2 | Silmän pintaan liittyvät oireet | 16 |
| 5.3 | Näyttöjen ominaisuudet | 17 |
| 5.3.1 | Näytön laatu | 17 |
| 5.3.2 | Valaistus ja heijastukset | 17 |
| 5.3.3 | Virkistystaajuus | 18 |
| 5.3.4 | Säteily | 18 |
| 6 | Myopia eli likitaitteisuus | 20 |
| 6.1 | Luokittelu | 20 |
| 6.2 | Eteneminen | 23 |
| 6.3 | Kehittyminen | 24 |
| 6.3.1 | Perinnölliset tekijät | 25 |
| 6.3.2 | Ympäristötekijät | 25 |
| 6.3.3 | Teoriat | 28 |
| 6.4 | Ehkäiseminen | 29 |
| 7 | Yhteenveto ja pohdinta | 31 |
| | Lähteet | 35 |

Liitteet

Liite 1. Suojaa silmäsi älypuhelinien näköhaitoilta -ohjeistus

1 Johdanto

Silmän valontaittoiky riippuu useasta eri tekijästä, joita ovat sarveiskalvon ja silmän mykiön valontaittoiky, etukammion syvyys sekä lasiaistilan pituus. Silmän koko saavuttaa lähes aikuisen silmän mitat jo melko varhain lapsuusiässä. Syntymästä noin kolmeen ikävuoteen tultaessa silmän pituus on kasvanut noin 5 mm, jonka jälkeen pituus kasvaa normaalitaitteisilla henkilöillä enää noin 1 mm. Sarveiskalvon valontaittoiky on toinen tärkeä tekijä, joka vaikuttaa silmän kokonaistaittoivoimaan. Se heikkenee vain noin 0,1–0,25 dioptriaa ikävuosien 3 ja 14 välisenä aikana. Lapsuuden alkuperäisestä silmän taittoivoimasta riippuen lapsuus- ja nuoruusiän muutoksia seuraa joko vähäisempi kauko-taitteisuus, normaalitaitteisuus tai likitaitteisuus. Toisilla nämä muutokset jatkuvat, mutta syytä tähän ei varmuudella tiedetä. (Pärssinen 2009: 495.)

On pitkään kiistelty, kehittykö likinäköisyys perinnöllisten tekijöiden vai ympäristötekijöiden vaikutuksesta. Myopiaa esiintyy Pohjoismaissa noin 30 %:lla väestöstä. Likitaitteisuuden kehittyminen on yhdistetty lisääntyneeseen koulutukseen ja korkeampaan ammattiasemaan. Lähityön tekemisen uskotaan vaikuttavan kehittymiseen. (Kinge – Midelfart – Jacobsen – Rystad 2000: 26.) Likitaitteisuutta voidaan pitää merkittävänä ongelmana; kaukonäön heikentymisen ja siihen kuuluvan optisen korjaustarpeen lisäksi se lisää riskiä sairastua erilaisiin silmänsairauksiin, kuten verkkokalvon rappeumaan ja glaukoomaan. (Pärssinen 2009: 495.)

Lähityötä tehdään nykyään paljon sisätiloissa digitaalisten näyttöjen äärellä. Näyttöruu-tujen katsominen ei rajoitu enää työpaikalla oleviin pöytätietokoneisiin. Viime vuosien aikana muiden digitaalisten näyttöjen, kuten kannettavien tietokoneiden, tablettien sekä e-kirjanlukijoiden, ohella on yleistynyt uusi ilmiö - älypuhelimet. (Bababekova 2011: 795.)

Brittiläinen silmäkirurgi David Allamby on esittänyt, että likinäköisten henkilöiden määrä on lisääntynyt 35 % älypuhelimien julkistamisen jälkeen vuodesta 1997 lähtien. Määrä voi mahdollisesti kasvaa 50 % seuraavan vuosikymmenen aikana. Nykyisen elämäntyylin jatkuessa vuonna 2033 likinäköisyysongelmasta kärsii ennusteiden mukaan jopa 40–50 % 30-vuotiaista. Tästä tilasta on otettu käyttöön nimitys ”screen sightedness” eli ”näyt-tölikinäköisyys”. (Innes 2013.) Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kirjallisuuteen perustuen, aiheuttavatko älypuhelimet myopiaa. Lisäksi selvitetään, millaisia muita vai-kutuksia älypuhelimien käytöllä on näkökykyyn.

Suomalaisista 61 % 16–74-vuotiaista oli älypuhelin käytössään vuonna 2013 (Suomen virallinen tilasto 2013). Vuonna 2014 suurimman käyttäjäryhmän arvellaan heti 18–24-vuotiaiden jälkeen olevan 12–17-vuotiaat nuoret. Älypuhelimia ostetaan jo seitsemänvuotiaille lapsille ja puhelinta saatetaan käyttää päivän aikana kaksikin tuntia. (Innes 2013.) Tuntikausia kestävä pelien pelaaminen tai muu ruudun tarkka katsominen aiheuttaa lasten silmille ylimääräistä rasitusta ja vaatii suurta tarkkuutta. (LaMagna 2013.) Älypuhelin näytöt ovat usein melko pieniä, jonka vuoksi myös tekstin koko on pientä ja katseluetäisyydet lyhempiä kuin lähityössä normaalisti. Lyhyet katseluetäisyydet ovat näölle erityisen rasittavia. (Rosenfield 2011: 502.) Silmä joutuu lähelle katsoessaan tekemään suuren määrän lihastyötä (Viikari 2004: 43).

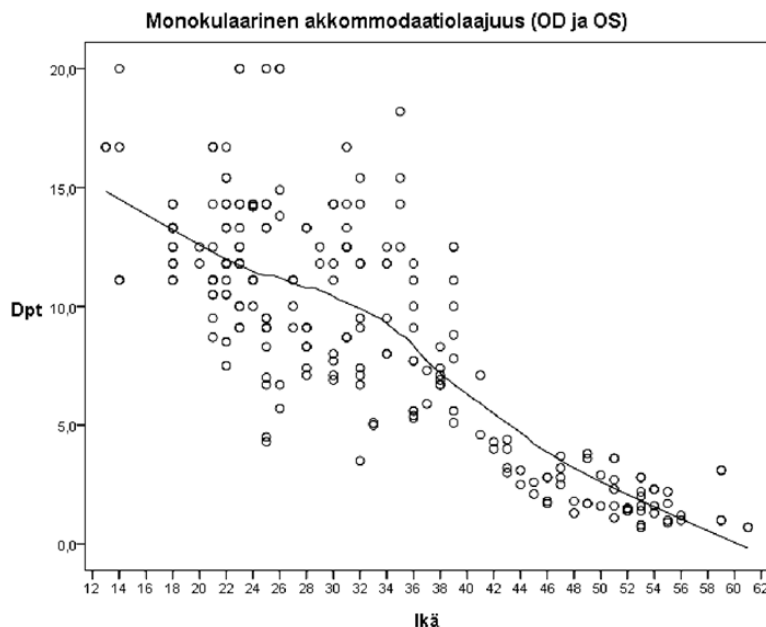
Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Luvussa kaksi kerrotaan opinnäytetyön toteutuksesta. Luvut kolme, neljä, viisi ja kuusi koostuvat työn kirjallisuuskatsausosion osista. Luvussa seitsemän on kirjallisuuskatsauksen yhteenveto sekä pohdintaa aiheeseen liittyen. Liitteeksi on koottu ohjeistus ”Suojaa silmäsi älypuhelin näköhaitoilta” älypuhelin näköergonomiasta.

2 Opinnäytetyön toteutus

2.1 Tausta, tarkoitus ja tavoite

Keväällä 2013 julkaistussa opinnäytetyössä ”Akkommodaatiolaajuus nykypäivänä” pyrittiin selvittämään, onko lisääntynyt lähityö vaikuttanut silmän akkommodaatiolaajuusarvoihin heikentävästi Duanen arvoihin verrattuna, jotka on julkaistu noin sata vuotta sitten. Akkommodaatiolaajuus mitattiin 120 tutkittavalta samalla mittausmenetelmällä kuin Duane oli tutkimuksensa tehnyt. Tutkittavat olivat iältään 13–61-vuotiaita. (Jukkola – Kivioja 2013.)

Tutkimustuloksista tuli esille mielenkiintoinen seikka; akkommodaatiolaajuusarvoissa on paljon hajontaa erityisesti alle 40-vuotiailla. Kuvaajasta voidaan havaita paljon sekä keskiarvoa pienempiä että suurempia arvoja. Nuorissa ikäluokissa on runsaasti henkilöitä, jotka akkommodoivat hyvin. Nykyinen elämäntapamme on eräällä tavalla harjoittanut akkommodaation jatkuvaa käyttöä. Toisaalta taas nuorissa on myös melko paljon hyvin pienen akkommodaatiolaajuuden omaavia henkilöitä, jotka muistuttavat nuoria ikänäköisiä henkilöitä (ks. kuvio 1). Noin 40-ikävuodesta ylöspäin hajontaa on tutkimusaineistossa kuitenkin huomattavasti vähemmän. (Jukkola – Kivioja 2013: 44.)



Kuvio 1. Mitatut akkommodaatiolaajuusarvot opinnäytetyössä ”Akkommodaatiolaajuus nykypäivänä” (Jukkola – Kivioja 2013: 44)

Duanen tutkimuksessakin hajontaa esiintyy jonkun verran, mutta se ei ole läheskään näin suurta (Duane 1922). Voisiko runsas lähityön tekeminen ja siitä johtuva akkommodaatorasitus selittää suurta hajontaa nuoremmilla henkilöillä?

Tämän opinnäytetyön aihe liittyy osaltaan edellä mainitussa tutkimuksessa heränneeseen kysymykseen. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, aiheuttavatko älypuhelimet lisääntyvää myopiaa? Lisäksi selvitetään älypuhelimien käytön muita näkökykyyn liittyviä vaikutuksia. Työn tavoitteena on etsiä riittävän laaja tutkimusaihetta käsittelevä aineisto kirjallisuutta kokoamalla.

2.2 Kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö on toteutukseltaan laaja kirjallisuuskatsaus. Siinä pyritään näyttämään, millä tavoin ja millaisista näkökulmista aihealuetta on aikaisemmin lähestytty. Sen avulla voidaan syventää tietoa aiheista, joista löytyy jo valmiiksi tutkimustietoa ja tuloksia. Kirjallisuuskatsaus rakentuu aikakauslehtiartikkeleista, tutkimuselosteista ja muista olennaisesti aiheeseen liittyvistä julkaisuista. Kirjallisuuskatsauksessa tarkoituksena on tuoda esille aihealueen kannalta keskeiset näkökulmat, metodiset ratkaisut, tärkeimmät tutkimustulokset sekä johtavat tutkijanimet. Lukija voi halutessaan tutustua alkuperäisjulkaisujen tietoihin tarkemmin lähdeviittausten perusteella. (Hirsjärvi – Remes – Sajavaara 2002: 108–109; Hirsjärvi – Remes – Sajavaara 2007: 117; Tuomi – Sarajärvi 2009: 109, 123.)

Kirjallisuuskatsaus toteutettiin loppusyksyn 2013 ja alkukevään 2014 aikana. Materiaalia koottiin aiheeseen liittyvistä artikkeleista sekä tieteellisistä julkaisuista ja tutkimuksista. Kirjallisuuskatsauksen avulla optikot sekä alaa opiskelevat optometrismi-opiskelijat saavat lisää tietoa digitaalisten näyttöjen vaikutuksista näkökykyyn sekä myopian kehittymiseen liittyvistä tekijöistä.

2.3 Aikaisemmat tutkimukset

Aikaisempia tutkimuksia älypuhelimien vaikutuksista näkökykyyn ja myopian kehittymiseen ei ole toteutettu, mutta samankaltaisia aiheeseen liittyviä kirjallisuuskatsauksia näyttöpäätteiden vaikutuksista on tehty. National Research Council (1983) ja Berqvist

(1984) ovat julkaisseet aikaisimmat katsaukset näyttöpäätteiden vaikutuksista näkökykyyn (Berqvist 1984; National Research Council 1983). Myös Burns (1995), Thomson (1998), Mutti ja Zadnik (1996) sekä Cole (2003) ovat tutkineet näyttöjen vaikutuksia näköön aikaisempia tutkimuksia kooten. (Burns 1995; Cole 2003; Mutti – Zadnik 1996; Thomson 1998.) Useimmissa katsauksissa käsitellään myös näyttöjen vaikutusta myopian kehittymiseen.

Vaikka tutkimukset liittyvät läheisesti tämän opinnäytetyön aihepiiriin, tutkimuksissa käsitellään kuitenkin näyttöpäätteitä, jotka eroavat älypuhelimista erityisesti pidemmän katseletäisyyden suhteen. Useimmissa katsauksissa käsitellään ainoastaan näyttöjen vaikutuksia myopian kehittymiseen, mutta ei huomioida lähityön mahdollista vaikutusta kokonaisuudessaan likitaitteisuuden kehittymiseen. Lisäksi aihetta sivuavia tutkimuksia digitaalisten näyttöjen vaikutuksista näkökykyyn sekä erityisesti lähityön vaikutuksista myopian kehittymiseen on tehty runsaasti. Kirjallisuuskatsaukseen valikoitiin aiheen kannalta olennaisimpia tutkimuksia mukaan.

3 Älypuhelimet

Älypuhelimesta käytetään erilaisia määritelmiä. Useimmiten älypuhelimena pidetään puhelinta, jossa on 3 G- tai 4 G-matkapuhelinverkko sekä kosketusnäyttö. Näppäimistö on usein perusmatkapuhelimeen verrattuna laajempi ja se voi olla joko mekaaninen tai kosketusnäytössä toimiva. Älypuhelimet mahdollistavat useiden eri pelien ja hyötysovellusten lataamisen. (Suomen virallinen tilasto 2011.)

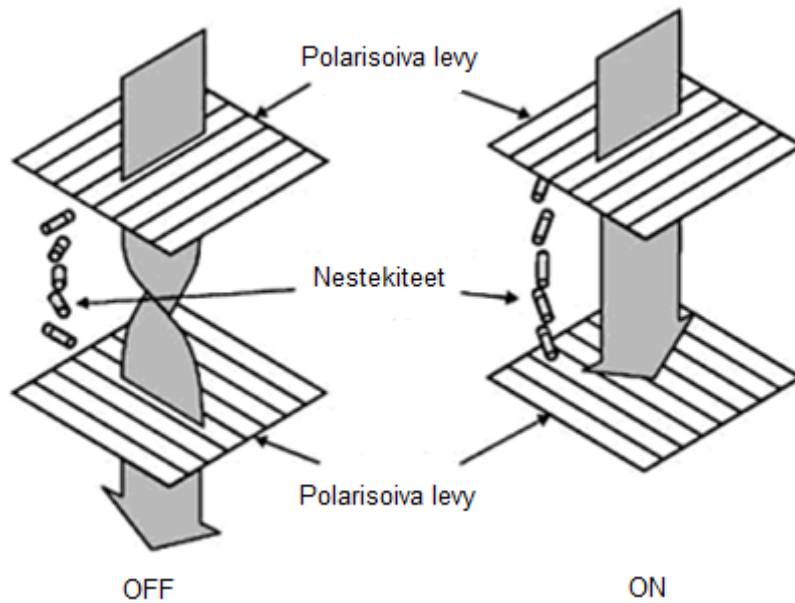
Suomen virallisen tilaston mukaan älypuhelin oli käytössä 61 % 16–74-vuotiaista suomalaisista syksyllä 2013 (Suomen virallinen tilasto 2013). Älypuhelimien käyttäjämäärä lisääntyi vuoteen 2012 verrattuna 12 prosenttiyksikköä (49 % → 61 %). Älypuhelimien käyttö näyttää lisääntyvän edelleen, mutta nopeimman kasvun arvellaan jo tapahtuneen vuosien 2010–2011 aikana, jolloin käyttäjämäärä yli kaksinkertaistui. Nuoret ovat älypuhelimien suurin käyttäjäryhmä. Vaikkakin sukupuolten väliset erot ovat kaventuneet, älypuhelin on useammin miehillä käytössä kuin naisilla. Älypuhelin on arkipäiväistäynyt viestintävälineenä. (Suomen virallinen tilasto 2012; Suomen virallinen tilasto 2013.)

3.1 Näyttötekniikat

Älypuhelimien näyttöissä käytetään tällä hetkellä pääasiassa kahta eri tekniikkaa, joita ovat OLED (Organic Light Emitting Diode) ja LCD (Liquid Crystal Display). OLED-näytöt koostuvat kahden elektrodin, metallisen katodin ja läpinäkyvän anodin, välissä olevasta orgaanisesta aineesta. Kun soluun johdetaan sähkövirtaa, orgaaninen aine tuottaa kirkasta valoa. OLED-näyttöjen etuja ovat muun muassa näytön kirkkaus, värintoisto, kontrasti, nopea vasteaika, suuremmat katsekulmat ja alhainen virrankulutus. (Ibrahim 2012: 12.)

LCD- eli nestekidenäyttöissä käytetään hyödyksi nestekiteiden valoa muuntavia ominaisuuksia. LCD-näytöt rakentuvat kahdesta läpinäkyvästä elektrodista ja kahdesta polarisoivasta levystä, joiden välissä on nestekiteitä suljettuna soluihin. Polarisoivien levyjen akselit ovat toisiinsa nähden suorassa kulmassa. Valo kulkee ensin ensimmäisen polarisoivan levyn läpi ja sitten nestekiteiden läpi, jotka kiertyvät, jotta valo voisi läpäistä ne. Kiertymä on yleensä 90-astetta. Valon kiertyttyä, se kulkee toisen polarisoivan levyn läpi. Kun soluihin johdetaan sähkökenttä, nestekiteet muuttuvat yhdensuuntaisiksi sähkökentälle ja niiden kiertynyt rakenne häviää. Valo ei ole enää tällöin kiertynyt ja se absorboituu

osuessaan toiseen polarisoivaan levyyn, mikä aiheuttaa näytön aktivoidun osan näkymisen tummana (ks. kuvio 2). (Ibrahim 2012: 14.)



Kuvio 2. Valon läpikulku LCD-näytössä (mukaillen Ibrahim 2012: 14)

3.2 Kirjainkoko, katseluetäisyys ja katsekulma

Yleisesti hyväksytyjä katseluetäisyyksiä kuvataan '1, 2, 10' -termillä. Matkapuhelimia ja e-kirjoja käytettäessä katseluetäisyys on noin 30 cm, pöytätietokoneita käytettäessä noin 60 cm ja televisiota katseltaessa noin 3 m. Älypuhelimet eroavat muista näytöistä erityisesti kirjainkoon, katseluetäisyyden ja katselukulman suhteen, mikä asettaa erilaisia vaatimuksia näölle. Älypuhelimien näytöt ovat yleensä melko pieniä, mikä edellyttää lyhempiä katseluetäisyyksiä ja pienempää kirjainkokoja. (Bababekova 2011: 795–797.)

Bababekovan ym. (2011) tutkimuksessa tutkittiin älypuhelimien kirjainkokoja ja katseluetäisyyttä 129 älypuhelimien käyttäjältä. Tekstiviestiä luettaessa keskimääräinen kirjainkoko oli 1,1 M (6/19,2). Kirjainkoko oli melko verrannollinen sanomalehden kirjainkoon, joka yleensä vaihtelee 0,8 ja 1,2 M välillä. Parhaimman suorituskyvyn ja mukavuuden takaamiseksi tekstin pitäisi olla vähintään kolme kertaa suurempi, mitä vaadittu tekstin tunnistamisen kynnyksarvo (toisin sanoen 3X näöntarkkuus). Pitkäaikainen katselu 6/19,2 kokoista tekstiä vaatisi vähintään 6/6,4 (1,0) näöntarkkuuden. Katsottaessa web-sivua keskimääräinen kirjainkoko oli vain 0,8 M (6/15,1), jolloin näöntarkkuuden olisi oltava vähintään 6/5 (1,2) (ks. taulukko 1). Pienen kirjainkoon arvellaan lisäävän näyttöjen

käytössä ilmenevien astenooppisten oireiden esiintyvyyttä. (Bababekova ym. 2011: 796–797.)

Taulukko 1. Kirjainkoon ja katseluetäisyyden keskiarvo sekä hajonta luettaessa tekstiviestiä (ylempi taulukko) tai katsottaessa web-sivua älypuhelimesta (alempi taulukko) (mukailten Bababekova ym. 2011: 796)

| | Tekstiviesti, keskiarvo \pm 1 S.D. | Tekstiviesti, vaihteluväli |
|----------------------|---|-------------------------------|
| Kirjainkoko (mm) | 1,6 \pm 0,35 | 1,0–3,0 |
| Snellenin arvo | 6/19,2 \pm 5,25 | 6/8,3–6/35,3 |
| Em-arvo | 1,1 \pm 0,24 | 0,70–2,1 |
| Katseluetäisyys (cm) | 36,2 \pm 7,12 | 17,5–58,0 |
| | Web-sivu, keskiarvo \pm 1 S.D. | Web-sivu, vaihteluväli |
| Kirjainkoko (mm) | 1,1 \pm 0,34 | 0,5–32,0 |
| Snellenin arvo | 6/15,1 \pm 4,78 | 6/5,9–6/28,5 |
| Em-arvo | 0,8 \pm 0,23 | 0,3–1,4 |
| Katseluetäisyys (cm) | 32,2 \pm 7,41 | 19,0–60,0 |

Kirjainkoko on ilmoitettu joko kirjaimen korkeutena, Snellenin arvona tai Em-arvona.

Katseluetäisyyden keskiarvo oli tekstiviestiä luettaessa 36,2 cm, lyhimmillään vain 17,5 cm. Etäisyys on lyhempi kuin normaali lähityöetäisyys luettaessa (40 cm). Tutkittavista 75 % etäisyys oli 26–40 cm:n välillä, kun taas 22,5 % tutkittavista katseluetäisyys oli lähempänä kuin 30 cm. Web-sivua katsottaessa keskimääräinen katseluetäisyys oli vain 32,2 cm. (ks. taulukko 1). Lyhempi katseluetäisyys vaatii enemmän silmäparin konvergenssia ja silmän akkommodaatiota, joka rasittaa näköä erityisesti pitkäaikaisessa lähityössä. (Bababekova ym. 2011: 796–797.)

Katsekulmat vaihtelevat laajasti älypuhelinien käyttäjillä. Tietokonetta käytettäessä katselelinja on melko suora, kun taas tablettitietokonetta tai muita elektronisia lukulaitteita

käytettäessä alaspäin. Älypuhelimien käyttäjillä katsekulma on todennäköisesti useimpien näiden välissä. (Rosenfield 2013: 36.) Katsekulman on todettu vaikuttavan silmän akkommodaatioon (ks. taulukko 2) (Sheedy – Shaw-McMinn 2003: 188–192).

Taulukko 2. Keskimääräiset muutokset akkommodaation kauko- ja lähipisteessä sekä akkommodaatiolaajuudessa katsekulman mukaan (mukaillen Sheedy – Shaw-McMinn 2003: 190)

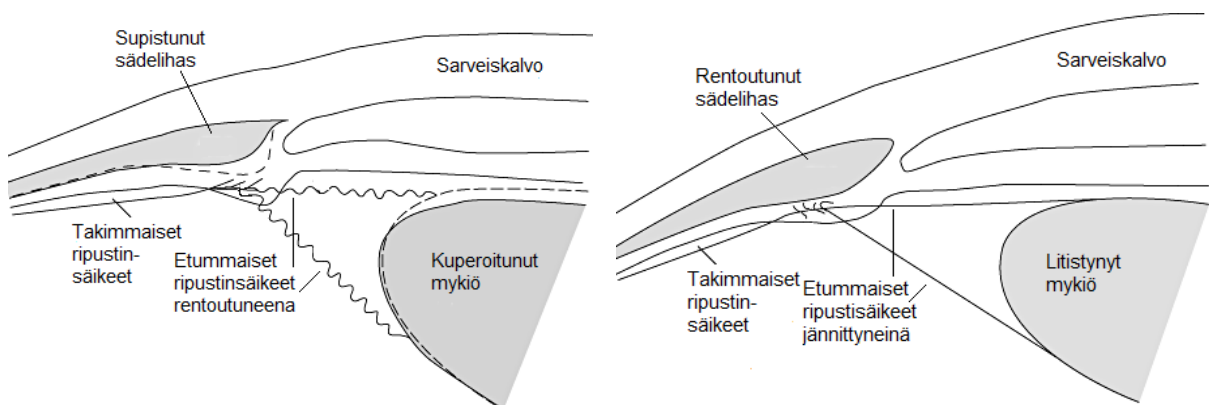
| Katsekulma | Kaukopiste (D) | Lähipiste (D) | Akkommodaatiolaajuus (D) |
|-------------------|----------------|---------------|--------------------------|
| 20° ylöspäin | 0,17 | -0,07 | -0,23 |
| Suoraan eteenpäin | – | – | – |
| 20° alaspäin | -0,05 | 0,15 | 0,21 |
| 40° alaspäin | 0,18 | 0,63 | 0,45 |

Alaspäin suuntautuneessa katsekulmassa silmän akkommodaatiokyky paranee. Muutokset ovat kuitenkin hyvin pieniä. Katsekulman suositukset vaihtelevat 10°–20° välillä. (Sheedy – Shaw-McMinn 2003: 188–192.)

4 Akkommodaatio

Emmetrooppinen silmä taittaa yhdensuuntaiset valonsäteet verkkokalvolle. Divergoivat valonsäteet, jotka tulevat läheltä, taittuvat verkkokalvolle vain silmän taittovoiman lisääntymisessä. Akkommodaatiolla eli mukauttamisella tarkoitetaan silmän kykyä kohdentaa eri etäisyyksiltä tulevat valonsäteet verkkokalvolle. Silmän mykiön muodonmuutos mahdollistaa taittovoiman lisääntymisen. (Saari – Korja 2011: 308–309.) Mykiö koostuu nesteestä sekä läpinäkyvistä soluista ja säikeistä, jotka ovat järjestäytyneet hyvin säännöllisesti. Mykiön solut saavat alkunsa sitä ympäröivästä ohuesta kotelosta. Säteittäiset ripustinsäikeet kiinnittävät mykiön sädekehään. (Nienstedt – Hänninen – Arstila – Björkqvist 2006: 500.)

Kun katsotaan lähelle, silmän sädelihhas supistuu. Tällöin mykiön ripustinsäikeet löystyvät ja mykiön on mahdollista kupertua venytyksen vähentyessä kimmoisuutensa johdosta. Kupera linssi on voimakkaammin valoa taittava ja kuva lähellä olevasta kohteesta tarkentuu verkkokalvolle. Kauas katsottaessa sädelihhas veltostuu ja mykiön ripustinsäikeet kiristyvät vetäen mykiötä litteämmäksi. Tällöin mykiö taittaa heikommin valoa (ks. kuvio 3). Lähelle katsomista voidaan pitää siis aktiivisena, ja kauas katsomista passiivisena silmän toimintona. (Nienstedt ym. 2006: 500–501.) Kuvan korjaamiseksi tarkaksi ärsykkeenä toimii useimmiten epätarkka verkkokalvokuva (Saari – Korja 2011: 309).



Kuvio 3. Akkommodaatiomekanismi. Vasemmalla kuva silmästä akkommodaatiotilassa ja oikealla kuva akkommodaatiosta rentoutuneena (mukaillen Charman 2008)

Katsottaessa lähelle akkommodaation kanssa samanaikaisesti tapahtuu silmien sisänpäin kääntyminen eli konvergenssi sekä silmän mustuaisen supistuminen eli mioosi.

Konvergenssissa silmien optiset akselit suuntautuvat samaan pisteeseen. Kun katsotaan eri kohteisiin, silmien liikkeet tapahtuvat yleensä kytketyksi eli konjugoidusti. Mustu-aisten pienentyessä silmään tulevan valon määrä vähenee ja optisia häiriöitä esiintyy vähemmän. Akkommodaatio, konvergenssi ja mioosi ovat yhteydessä toisiinsa, sillä niitä kaikkia hermottaa III-aivohermo, silmän liikehermo. (Mäkitie 1990: 34.)

län myötä mykiön kapseli menettää elastisuuttaan, mykiön tuma muuttuu kovemmaksi ja sädelihaksen toiminta heikkenee, jolloin akkommodaatiokyky vähenee. Mukautumiskyky on selvästi yhteydessä ikään; 8–10 vuotias kykenee akkommodoimaan keskimäärin 14 D, 20-vuotias 11 D, 32-vuotias 8 D, 40-vuotias 6 D, 50-vuotias 2,5–3 D ja 60-vuotias ainoastaan 0,5 D. län myötä silmän kyky akkommodoida heikentyy pysyvästi eikä näkeminen lähietäisyyksille ole enää mahdollista. Tätä kutsutaan ikänäöksi eli presbyopiaksi. Ikänäkö tulee esille useimmiten 42–44 vuoden iässä ja sitä korjataan kuperilla pluslaseilla, jotka vahvistavat mykiön heikentynyttä kykyä taittaa valoa (Nienstedt 2006: 501; Saari – Korja 2011: 309.)

4.1 Osatekijät

Akkommodaation toiminta on jaoteltu neljään osaan. *Refleksiakkommodaation* tarkoituksena on pitää verkkokalvokuva tarkkana taittovoimaa muuttamalla. Se on määrältään harvoin yli kaksi dioptriaa. Refleksiakkommodaatiota voidaan pitää tärkeimpänä osana sekä monokulaarista että binokulaarista akkommodaatiotoimintaa. *Vergenssiakkommodaatio*ssa silmien konvergenssi aiheuttaa akkommodaation lisääntymistä. Akkommodaatio ja konvergenssi liittyvät neurologisesti toisiinsa. Tunne lähellä olevasta kohteesta aiheuttaa *proksimaalista akkommodaatiota*. Sitä stimuloivat erityisesti kolmen metrin päässä tai sitä lähempänä olevat esineet. *Toonisella akkommodaatiolla* tarkoitetaan silmässä olevaa perusakkommodaatiotilaa, jonka määrä nuorilla henkilöillä on noin 1 D. Silmän normaali ikääntyminen iän myötä aiheuttaa toonisen akkommodaation vähene- mistä. (Ciuffreda 1998: 79–80.)

4.2 Normaali akkommodaatiiovajaus

Akkommodaatiostimulus on dioptriaalinen määrä, joka akkommodaation täytyy muuttua kohdentaakseen kuvan verkkokalvolle. Akkommodaatiiovaste on todellisen akkommodaation määrä. Katsottaessa lähelle akkommodaatiiovaste ei ole yleensä yhtä suuri kuin

akkommodaatiostimulus. (Grosvenor 2007: 82–83.) Useimmilla henkilöillä akkommodaatiovaste on kauempana kuin akkommodaatiostimulus silmän syväterävyyden vaikutuksesta johtuen. Akkommodaatiovasteen ja akkommodaatiostimuluksen dioptriaalinen ero on yleensä 0,50–0,70 dioptriaa. Tätä kutsutaan normaaliksi akkommodaatiovajakseksi. (Sheedy – Shaw-McMinn 2003: 72.)

4.3 Akkommodaatiospasmi

Akkommodaatiolihasen toimintaa voidaan pitää selvänä lihastyönä. Se on muiden lihasten tavoin rasittavaa ja voi jatkua pitkiäkin aikoja tauotta. Akkommodaatiospasmissa eli akkommodaatiokramppilla tarkoitetaan tilaa, jossa akkommodaatiolihas on yllirasittunut riittämättömien lepotaukojen johdosta. Akkommodaatiokramppi on verrattavissa esimerkiksi kirjoittajankramppiin tai urheilijan pohjekramppiin. Spasmiä aiheuttavat erityisesti pitkäaikainen lähityörasitus sekä useimmiten opiskelupaineiden ja kiireen aikaansaama stressi. Kramppi on yleisempää naisilla kuin miehillä. (Viikari 2010: 8–9, 15–16.)

Akkommodaatiospasmi aiheuttaa valelikinäköisyyttä eli pseudomyopiaa (ks. luku 6.1), vaikeuksia katseen tarkentamisessa eri etäisyyksille sekä erilaisia astenooppisia oireita. Näitä ovat esimerkiksi silmien räpytys, kutina ja verestys sekä päänsärky, migreeni ja väsymys. Viikarin oireeksi kutsutaan otsan pystyvakoja, jotka suomalainen silmälääkäri Kaisu Viikari usein totesi potilaillaan. (Saari – Korja 2011: 306; Viikari 2004: 43.)

5 Näyttöpäätetyön oireyhtymä

Näyttöpäätetyön oireyhtymällä (Computer Vision Syndrome) tarkoitetaan näköön ja silmiin liittyviä rasitusoireita, joita ilmaantuu tietokoneella työskenneltäessä (American Optometric Association). Näönrasitus- eli CVS-oireita ovat muun muassa silmien rasittuminen, väsyminen ja ärtyminen, päänsärky, kahtena näkeminen sekä näön hämärtyminen joko lähietäisyyksillä tai katsottaessa kauas pitkäkestoisen tietokoneen käytön jälkeen. Silmiin liittyvien oireiden on todettu olevan tutkimusten mukaan yleisimpiä terveyteen liittyviä ongelmia näyttöpäätetyöntekijöillä. Näönrasitusoireet voidaan jaotella astenooppiin-, silmän pintaan-, näkemiseen- sekä lihaksiin liittyviin oireisiin (ks. taulukko 3) (Blehm – Vishnu – Khattak – Mitra – Yee 2005: 253–254.)

Taulukko 3. Digitaalisiin näyttöihin liittyvät yleisimmät näönrasitusoireet ja niiden mahdollinen aiheuttaja (mukaillen Blehm ym. 2005: 254)

| Oirekategoria | Oireet | Mahdollinen aiheuttaja |
|--------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Astenooppiset | silmiä rasittuminen | binokulaarinen näkö |
| | väsyneet silmät | akkommodaatio |
| | kipeät silmät | |
| | päänsärky | |
| Silmän pintaan liittyvät | kuivat silmät | |
| | vuotavat silmät | |
| | ärtyneet silmät | |
| | piilolinssihin liittyvät ongelmat | |
| Näkemiseen liittyvät | hämärtynyt näkö | taittovirhe |
| | hidastunut katseen tarkentaminen | akkommodaatio |
| | kahtena näkeminen | binokulaarinen näkö |
| | ikänäkö | ikänäön korjaus |
| Lihaksiin liittyvät | niskakipu | katselukulma |
| | selkäkipu | |
| | hartiakipu | |

Oireiden on ehdotettu johtuvan silmiin liittyvistä muutoksista näytön katsomisen aikana, kuten muutoksista akkommodaatiossa, vergenssissä sekä silmän pinnassa, tai näyttöjen

ominaisuuksista ja siihen liittyvästä ergonomiasta. Nykyajan näkövaatimukset eivät rajoitu enää vain tietokoneen näyttöihin, vaan oireita ilmenee myös muita digitaalisia näyttöjä katseltaessa. Oireista kärsii eri lähteiden mukaan jopa 64–90 % näyttöjen käyttäjistä, tosin määrä saattaa olla kasvanut vielä tästäkin digitaalisten näyttöjen yleistyttyä. (Rosenfield 2011: 502–503.)

5.1 Astenooppiset oireet

Näkemiseen liittyvät ongelmat, kuten akkommodaatiohäiriöt, binokulaarisen näön häiriöt tai valontaittovirheet, eivät usein vaikuta vähemmän vaativiin lähityötehtäviin haittaavasti. Digitaalisten näyttöjen on todettu aiheuttavan akkommodaatiotoiminnan ja silmäparin konvergenssin lyhytaikaista heikentymistä sekä muutoksia lähiforioissa. Näiden muutosten on arveltu aiheuttavan silmien rasittumista digitaalisia näyttöjä katsottaessa. Bockelmannin (1995) ja Raaschin ym. (1991) tutkimuksissa koehenkilöt yliakkommodoivat keskimäärin -0,50 – -0,75 dioptriaa ärsykkeen ollessa 40 cm:n päässä ja -0,75 dioptriaa värillisellä taustalla oleville värillisille kirjaimille. Pitkäaikaisen työskentelyn näyttöpäätteellä on todettu vaikuttavan muutoksiin sekä relatiivisessa akkommodaatiossa että konvergenssissa. (Blehm ym. 2005: 255.)

Gur ja Ron (1992) tutkivat näyttöpäätetyön vaikutuksia näköön sekä neljän päivän näyttöpäätetyöskentelyn vaikutusta akkommodaatiolaajuuteen näyttöpäätetyöntekijöillä ja henkilöillä, jotka eivät käyttäneet tietokonetta. Näyttöpäätetyöntekijöillä havaittiin suuri määrä exoforiaa, konvergenssin vajaatoimintaa sekä heikentyntä fuusionaalista konvergenssia (ks. taulukko 4). Tutkimuksessa mitattiin myös akkommodaatiolaaajuus työviiikon ensimmäisen päivän alussa ja viikon neljännen päivän lopussa. Akkommodaatiolaaajuuden todettiin heikentyneen huomattavasti enemmän näyttöpäätetyöntekijöillä (0,69 D) verrattuna henkilöihin, jotka eivät käyttäneet tietokonetta (0,18 D). Myös Yeow ja Taylor (1989, 1991) totesivat alle 40-vuotiailla näyttöpäätetyöntekijöillä enemmän akkommodaatiolaaajuuden heikkenemistä verrattuna kontrolliryhmään, joka ei käyttänyt tietokonetta. (Blehm. ym. 2005: 255.)

Taulukko 4. Näyttöpäätetyöntekijöiden kokemat näköhaitat verrattuna kontrolliryhmään Gurin ja Ronin (1992) tutkimuksessa (mukaillen Blehm ym. 2005: 255)

| Näköhäiriö | Näyttöpäätetyöntekijät, % Kontrolliryhmä, % | |
|------------------------------------|---|--------|
| | (n=32) | (n=15) |
| Matala fuusionaalinen konvergenssi | 46,9 | 13,3 |
| Heteroforia | 34,4 | 13,3 |
| Konvergenssin vajaatoiminta | 28,1 | 13,3 |
| Amblyoppinen silmä | 12,5 | 0 |
| Refraktiiviset häiriöt | 12,5 | 0 |
| Epäilty silmänsairaus | 9,4 | 6,6 |
| Värisokeus | 6,2 | 6,6 |
| Ei syvyysnäköä | 6,2 | 6,6 |

Tosha ym. (2009) tutkivat akkommodaatiiovasteen yhteyttä näköön liittyviin oireisiin. Koehenkilöillä, jotka kokivat enemmän oireita, oli suurempi akkommodaatiiovajaus. Tämän oletettiin johtuvan akkommodaation väsymisestä. Erot olivat selviä akkommodaatiostimuluksen ollessa 4 tai 5 dioptriaa, mutta merkittäviä eroja ei esiintynyt stimuluksen ollessa 2 tai 3 dioptriaa. Älypuhelinien käytössä lyhempien katseluetäisyyksien voisi siis olettaa aiheuttavan enemmän akkommodaation väsymystä ja suurempaa akkommodaatiiovajaus. (Bababekova 2011: 797.)

Akkommodaatiioväsymyksen on oletettu johtuvan silmän sädelihaksen väsymisestä tai herkyydestä akkommodaatiotoiminnan kannalta tärkeille paikkataajuuksille. Lunn ja Banks (1986) havaitsivat herkkyuden keskipaikkataajuuksille heikentyneen selkeästi näyttöpäätetyön jälkeen. Keskipaikkataajuudet ovat tärkeitä akkommodaatiotoiminnalle, mikä selittäisi heikentyneitä akkommodaatiiovastetta. (Sheedy – Shaw-McMinn 2003: 66.)

Tutkimukset osoittavat digitaalisten näyttöjen aiheuttavan akkommodaation ja vergenssin heikkenemistä ja näiden muutosten on osoitettu johtavan näön väsymiseen. Muutokset ovat kuitenkin väliaikaisia ja palautuvat työpäivän tai -viikon jälkeen. Pitkäaikaisissa tutkimuksissa ei ole todettu pysyviä muutoksia akkommodaatiiossa ja konvergenssissa näyttöpäätetyöntekijöiden ja kontrolliryhmän välillä. (Blehm ym. 2006: 255.)

Useimpien tutkimusten mukaan näyttöruudut ja muut lähityön muodot aiheuttavat lähityöskentelyn jälkeen ilmenevää väliaikaista myopisoitumista, joka on palautuvaa. Yeo-win ja Taylorin (1991) tutkimuksessa verrattiin keskenään näyttöpäätetyöntekijöitä ja konekirjoittajia. Näyttöpäätetyöntekijöillä todettiin myopiaa noin -0,12 dioptriaa työjakson jälkeen, kun taas konekirjoittajilla muutosta ei tapahtunut. Myopian määrä oli kuitenkin niin pientä, ettei sillä ollut vaikutusta näöntarkkuuteen. Luberton ym. (1989) tutkimuksessa 20 % näyttöpäätetyöntekijöistä todettiin väliaikaista myopisoitumista ja jokaisella heistä oli myös astenooppisia oireita. Henkilöistä, joille ohimenevää myopiaa ei kehittynyt, vain 32,5 % koki astenooppisia oireita. (Blehm ym. 2005: 255.) Owens ja Wolf (1987) totesivat väliaikaisen myopian johtuvan ohimenevistä muutoksista toonisessa akkommodaatioissa. (Owens – Wolf 1987).

5.2 Silmän pintaan liittyvät oireet

Tietokoneen käyttäjillä esiintyy yleensä silmien kuivumista, polttelua ja ärtyneisyyttä, kun näyttöä on katsottu kauan aikaa. Silmät voivat jopa vuotaa, jotta sopiva kemiallinen tasapaino palautuisi ja silmän etupinta kostuisi. Kuivasilmäisyyden uskotaan olevan päätekijä silmien väsymiseen. (Blehm ym. 2005: 255.)

Normaali räpyttelytiheys on 10–15 kertaa minuutissa. Tutkimusten mukaan räpyttelytiheys on alentunut näyttöjä katsottaessa jopa 60 %. Vähentynyt räpyttely aiheuttaa kyynelfilmin laadun heikkenemistä sekä väliaikaista rasitusta sarveiskalvolle, mistä aiheutuu kuivasilmäisyysoireita. Myös katsekulmalla on vaikutusta oireisiin. Kun luetaan paperilla olevaa tekstiä, katse suuntautuu yleensä alaspäin. Älypuhelinä käytettäessä katsekulma saattaa kuitenkin vaihdella. Horisontaalisessa katselinjassa luomirako on suurempi, jolloin kyynelnestettä haihtuu enemmän. (Blehm ym. 2005: 255–256.)

Myös monet muut tekijät vaikuttavat silmien kuivumiseen näyttöjä katsottaessa, kuten paperipöly ja kuiva ilma. Kuivasilmäisyyttä esiintyy enemmän naisilla kuin miehillä, sillä hormonitoiminta lisääntyy vaihdevuosien aikana. Kuivasilmäisyyden esiintyvyyden on todettu kasvavan iän myötä. Myös monet sairaudet, lääkkeet sekä piilolinssien käyttö saattavat aiheuttaa silmien kuivumista. (Blehm ym. 255–256.)

5.3 Näyttöjen ominaisuudet

5.3.1 Näytön laatu

Visuaaliseen suorituskykyyn näyttöjä katsottaessa vaikuttavat näytön ominaisuudet, kuten kirjainkoko, rakenne ja tekniikka sekä kuvan kontrasti ja vakaus. Digitaalisten näyttöjen kuvat koostuvat tuhansista pienistä, kirkkaista pisteistä (pikselit) tai horisontaaliviivoista (rasterit). Näistä muodostuu kuvia, jotka sumentuvat keskenään, ja joista puuttuu terävät reunat. Kuvista muodostuu sitä terävämpiä ja selvempiä, mitä enemmän näyttössä on pisteitä tai viivoja. Arvellaan, että hieman hämärtyneet kirjaimet aiheuttavat akkommodaation alistimuluksen johtaen akkommodaativajaukseen ruudun takana. Ziefle (1998) vertasi tutkimuksessaan keskenään näyttöjä, joiden resoluutiot olivat 62 dpi ja 89 dpi. Matalamman resoluution näyttössä reaktioajat ja fiksaatio olivat hitaampia. Silmien väsymyksen todettiin olevan yhteydessä tähän. Näyttöjen resoluutio on kuitenkin parantunut viime vuosikymmenen aikana paljon. (Blehm. ym. 2005: 256.)

Useat eri tekijät vaikuttavat sanojen ja kirjainten luettavuuteen. Sanat, jotka sisältävät sekä isoja että pieniä kirjaimia ovat helpommin luettavissa kuin sanat, jotka sisältävät ainoastaan isoja kirjaimia. Myös rivien ja kirjainten väli vaikuttaa kuvan laatuun. Sanojen välillä tulisi olla tilaa vähintään puolikkaan kirjaimen verran ja rivien välissä yhden kirjaimen verran. Suuri kontrastin ja kirkkauden määrä aiheuttaa yleisesti kirjainten sumenemista. Suositusten mukaan ruudulla olevien tummien kirjainten tulisi olla vasten vaaleaa taustaa. Muuten saattaa esiintyä silmien väsymistä siirrettäessä katse valkoisesta paperista ruudun tummaan taustaan. (Blehm ym. 2005: 257.)

5.3.2 Valaistus ja heijastukset

Huono valaistus saattaa vaikuttaa näköön näyttöä katsottaessa. Kirkkaan ympäröivän valaistuksen johdosta (yllä olevat loisteputkilamput, suuret ikkunat, pöytälamput) ruudulla olevat kuvat eivät näy selkeästi, mikä aiheuttaa heijastumista ja häikäisyä. Tämän ei ole todettu aiheuttavan pysyviä muutoksia näössä, mutta epämukavuutta ja silmien väsymistä saattaa esiintyä. (Blehm ym. 2005: 257.)

Wolska ja Switula (1999) tutkivat ympäröivän valaistuksen vaikutuksia näköön liittyviin oireisiin. Ympäröivän valaistuksen ei todettu aiheuttavan astenooppisia oireita CRT- ja

LCD-näyttöjä katsottaessa. Ympäröivän valaistuksen todettiin kuitenkin vähentävän huomattavasti akkommodaatiolaajuutta. Garcian ja Wierwillen (1985) tutkimuksessa tutkittiin näyttöjen heijastuksia. Häikäisyn todettiin aiheuttavan lukunopeuden hidastumista. Heijastusten on aikaisemmin arveltu vaikuttavan akkommodaatiiovasteeseen ja räpyttelytiheyteen. Collinsin ym. (1993) mukaan heijastukset eivät kuitenkaan vaikuta akkommodaatiiovasteeseen binokulaarisissa katseluolosuhteissa. Monokulaarisesti katsottaessa havaittiin pieniä muutoksia ($<0,25$ D). (Blehm. ym. 2005: 257.)

5.3.3 Virkistystaajuus

Virkistystaajuus tarkoittaa, kuinka monta kertaa sekunnissa kuva muodostetaan näytöllä uudelleen (ilmoitetaan Hz). Jos virkistystaajuus on liian hidas, ruudulla olevat kirjaimet saattavat välkkyä. Matalan virkistystaajuuden (8–14 Hz) on todettu lisäävän riskiä epileptiakohtaukseen. Välkyntä saattaa aiheuttaa myös väsymystä ja päänsärkyä. Kriittinen fuusiotajuus on virkistystaajuus, jossa ihmissilmä ei pysty erottamaan valonsäteitä erillisinä. Sen määrä on yleensä 30–50 Hz. Virkistystaajuuden minimisuositusarvo on 75 Hz, mikä vähentää välkkymistä kaikilla kirkaustasoilla. (Blehm ym. 2005: 257.)

Korkeamman virkistystaajuuden on todettu vähentävän silmiin liittyviä oireita ja lisäävän lukemisen sujuvuutta. Jaschinski ym. (1996) vertasivat 300 Hz virkistystaajuutta ja matalinta virkistystaajuutta, mikä ei aiheuttanut näkyvää välkyntää (50–90 Hz). Matalammalla virkistystaajuudella keskimääräinen monokulaarinen akkommodaatio oli 0,06 dioptriaa heikompi, silmien räpyttelyn kesto oli 6 prosenttia lyhempi ja räpyttelytiheys 15 prosenttia pidempi. Montegut ym. (1997) totesivat lukunopeuden 500 Hz näytöllä olevan kahdeksan sanaa minuutissa (3,05 %) parempi kuin 60 Hz näytöllä. Kennedyn ja Murrayn (1991) tutkimuksen mukaan matalammat virkistystaajuudet (50 Hz) lisäävät nopeiden silmänliikkeiden eli sakkadien määrää verrattuna korkeampiin virkistystaajuuksiin (100 Hz). (Blehm ym. 2005: 257–258.)

Nykyaikaiset LCD- ja OLED-näytöt ovat kuitenkin selvästi parempilaatuisia vanhoihin kuvaputki- eli CRT-näyttöihin verrattuna ja niitä katsottaessa on todettu esiintyvän vähemmän silmiin liittyviä rasitusoireita. (Blehm ym. 2005: 258.)

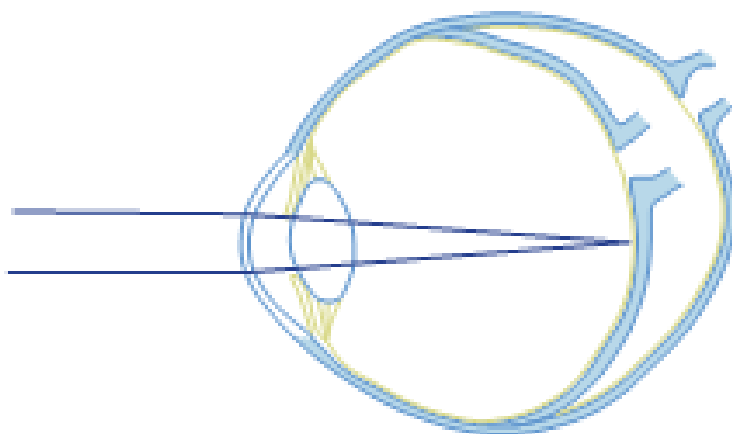
5.3.4 Säteily

Älypuhelimet ovat radiolähettämiä sekä -vastaanottimia ja lähettävät elektromagneettisen säteilyn muotoa, jotka kutsutaan ionisoimattomaksi radiotaajuiseksi säteilyksi. Sille altistutaan, kun puhelinta pidetään lähellä kehoa. Suuret määrät radiotaajuista säteilyä voivat aiheuttaa elävien kudosten lämpenemistä. (Alters 2011: 461.)

Viimeaikaisten tutkimusten mukaan älypuhelimien käyttäminen lisää riskiä syövän kehittymiseen. Niillä saattaa olla myös muita haitallisia vaikutuksia terveyteen. Älypuhelimet saattavat tutkimusten mukaan lisätä riskiä kuulohermon kasvaimen ja aivokasvaimen kehittymiseen. (Alters 2011: 461.) Älypuhelimien lähettämän säteilyn vaikutuksista näköön tiedetään hyvin vähän. Niiden on arveltu lisäävän riskiä silmäsyövän ja kaihen kehittymiseen. (Elder 2003; Stang ym. 2001.)

6 Myopia eli likitaitteisuus

Myopiassa eli likitaitteisuudessa valonsäteet taittuvat verkkokalvon eteen akkommodaation ollessa rentoutuneena, mikä johtuu yleisimmin silmän liiallisesta pituudesta (ks. kuvio 4) (Grosvenor 2007: 13; Pärssinen 2009: 495). Aksiaalinen myopia tarkoittaa, että silmä on liian pitkä verrattuna sen taittovoimaan. Refraktiivisessa myopiassa puolestaan silmän valontaittovoima on liian suuri verrattuna sen aksiaaliseen pituuteen. (Saari – Korja 2011: 305.)



Kuvio 4. Normaalitaittoinen silmä taittaa valonsäteet verkkokalvolle. Likitaittoisessa silmässä lasiaistila on venynyt, jolloin valonsäteet taittuvat verkkokalvon eteen (mukaillen Pärssinen 2009: 497)

Likitaitteinen silmä ei näe hyvin kauas. Myopiaa korjataan koverilla miinuslinseillä, joilla kuva saadaan tarkentumaan verkkokalvolle. (Saari – Korja 2011: 305.)

6.1 Luokittelu

Ei olla vielääkään täysin varmoja siitä, mitkä tekijät aiheuttavat myopian kehittymistä. Perinnöllisten tekijöiden ja ympäristötekijöiden vaikutuksia myopian kehittymiseen on vaikea erottaa toisistaan, joten luokitteluun on kehitetty useita muita tapoja tarkoituksena tuottaa lisätietoa taittovirheen kehittymiseen johtavista syistä. (Rosenfield 1998: 4.) Tässä kirjallisuuskatsauksessa käsitellään myopian luokittelua kliinisesti, sen määrän perusteella sekä sen ilmaantumisen ajankohdan mukaan (ks. taulukko 5).

Taulukko 5. Myopian luokittelutavat (mukaihen American Optometric Association 1997: 6)

| Luokittelutapa | Myopian luokat |
|-------------------------|---|
| Kliininen kokonaisuus | fysiologinen myopia yömyopia pseudomyopia patologinen myopia aiheutettu myopia |
| Määrä | matala-asteinen myopia (<3,00 D) keskimääräinen myopia (3,00 D–6,00 D) suuriasteinen myopia (>6,00 D) |
| Ilmaantumisen ajankohta | synnynnäinen myopia (syntymästä lähtien) nuoruusiällä alkava myopia (<20 vuoden ikä) varhaisella aikuisiällä alkava myopia (20–40 vuoden ikä) myöhäisellä aikuisiällä alkava myopia (>40 vuoden ikä) |

Myopia voidaan jakaa kliinisesti eri tavoin. Fysiologinen myopia eli koulumyopia ilmenee yleisimmin 5–11 ikävuoden välissä lisääntyen 12–15-vuotiailla koululaisilla 18–25 ikävuoteen saakka. Sitä aiheuttaa lukemiseen ja muuhun lähityöhön liittyvä akkommodaatiotasitus. Fysiologisen myopian määrä on yleensä alle kaksi dioptriaa. Fysiologisessa myopiassa jokainen taittovoimakomponentti on normaalin vaihteluvälin sisällä. Myopian on esitetty johtuvan silmän taittovoiman ja aksiaalisen pituuden korrelaatiivirheestä. Fysiologista myopiaa voidaan pitää myös ei-patologisena myopiana. (Grosvenor 2007: 43; Rosenfield 2008: 4; Saari – Korja 2011: 305.)

Yömyopiaa esiintyy hämärässä valaistuksessa ja sen määrä on yleensä noin 0,50–1,0 dioptriaa (Rosenfield 1998: 7). Yömyopian uskotaan johtuvan pimeässä lisääntyvästä akkommodaatiosta. Vähäinen valaistus ja siitä johtuva epätarkka kuva stimuloivat akkommodaatiota. Akkommodaation rentouttamiseksi, kohteen on oltava riittävän tarkkarajainen, jotta verkkokalvolle muodostuisi tarkka kuva. Yömyopian on ehdotettu johtuvan myös silmän sfäärisestä aberraatiosta, jota ilmenee hämärässä valaistuksessa kasvavan pupillin koon vaikutuksesta. (Grosvenor 2007: 15.)

Pseudomyopia eli valelikitaitteisuutta aiheuttaa akkommodaatiokramppi. Pseudomyopiassa mykiö paksuuntuu ja taittovoima muuttuu likitaitteisuuteen päin. Pseudomyopia on palautuva tila, joka erottaa sen varsinaisesta silmän pidentymistä aiheuttavasta aksiaaliseen myopiasta. Sitä ei pidetä varsinaisena taittovirheenä. Todellinen taittovirheen määrä saadaan esiin käyttämällä lääkeaineella synnytettyä sykkoplegiaa, joka lamaantuttaa sädelihaksen toiminnan. Pseudomyopian määrä on yleensä alle 1,0 dioptriaa. Pseudomyopia on mahdollista kumota akkommodaatiospasmiin vaikuttavilla pluslinsseillä. (Grosvenor 2007: 15; Rosenfield 1998: 7; Saari – Korja 2011: 305–306; Viikari 1972; Viikari 2010: 14.)

Patologisessa likitaitteisuudessa silmän aksiaalinen läpimitta kasvaa ja sen takaosa pidentyy. Patologinen myopia kehittyy, jos silmän koko kasvaa voimakkaasti jo kouluiässä - tai, jos sen kasvu jatkuu ikävuosien 20–24 jälkeen. Patologisen myopian määrä on usein yli 6 dioptriaa ja sen esiintyvyys on väestössä noin 2–3 %. Patologisessa myopiassa silmän optiset elementit ovat normaalin vaihteluvälin ulkopuolella. Patologinen myopia altistaa verkkokalvon degeneraatiolle eli rappeumalle, glaukoomalle sekä verkkokalvon tai lasiasien irtaumalle. Maligni myopia tarkoittaa tilaa, jossa likitaitteisuuden määrä on yli 8–10 dioptriaa. Suuriasteinen myopia on usein taustaltaan perinnöllistä. (Rosenfield 1998: 4; Saari – Korja 2011: 306.)

Aiheutettu myopia johtuu lääkeaineiden vaikutuksesta, verensokeriarvojen vaihtelusta, mykiön tumakaihista tai muusta poikkeavasta tilasta. Se on usein väliaikaista ja palautuvaa. (American Optometric Association 1997: 7.)

Myopiaa luokitellaan myös sen määrän perusteella. Myopia, jonka määrä on alle 3 dioptriaa, on lievää myopiaa. Myopiaa pidetään keskimääräisenä, jos sen määrä on 3–6 dioptrian välillä. Suuriasteisen myopian määrä on yli 6 dioptriaa. (Rosenfield – Gilmarin 1998: 5.)

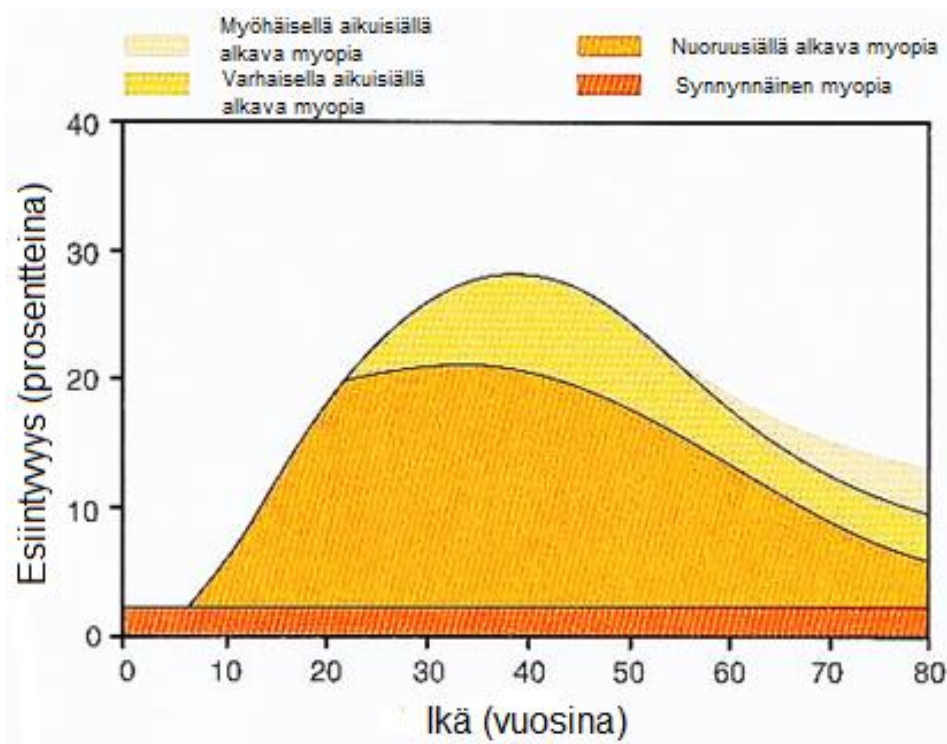
Grosvenor on kehittänyt luokittelun myopian ilmaantumisen ajankohdan ja ikään liittyvän esiintyvyyden perusteella (ks. kuvio 5). Synnynnäisellä myopialla tarkoitetaan likinäköisyyttä, jota esiintyy syntymästä lähtien varhaislapsuuden läpi. Synnynnäistä myopiaa esiintyy noin 2 % väestöstä. (Grosvenor 2007: 44.)

Nuoruusiällä alkavaa myopiaa ilmaantuu kuuden vuoden iästä alkaen teini-ikäen saakka. Myopiaa esiintyy noin 2 % 6-vuotiaista ja 20 % 20-vuotiaista. Nuoruusiässä alkava

myopia on määrältään usein melko pientä ja sen esiintyvyyden oletetaan vähenevän aikuisiällä. Monille kehittyy emmetropiaa tai hyperopiaa myöhäisemmällä iällä. (Grosvenor 2007: 44.)

Varhaisella aikuisiällä alkava myopia ilmaantuu 20 ja 40 ikävuoden välissä, jolloin myopian esiintyvyys väestössä on noin 30 %. Varhaisella aikuisiällä alkava myopia on yhdistetty intensiiviseen lähityöhön ja useissa tapauksissa tietokoneen käyttöön. Myopian määrä on pientä ja muuttuu usein emmetropiaksi tai hyperopiaksi iän myötä. (Grosvenor 2007: 44; Sheedy – Shaw-McMinn 2003: 51.)

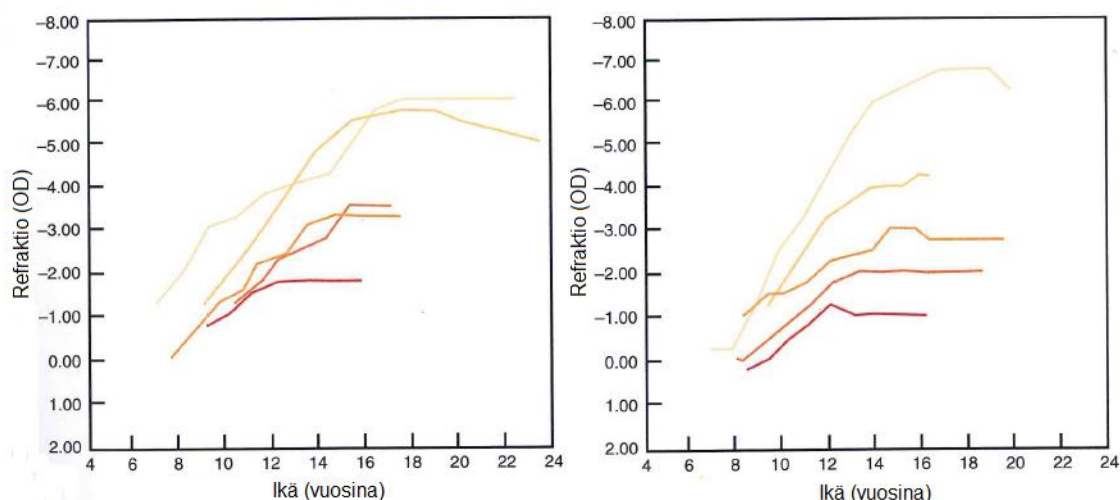
Myöhäisellä aikuisiällä alkava myopia ilmaantuu 40 ikävuoden jälkeen ja sen esiintyvyys vähenee myöhäisemmällä iällä. Aiheuttajana on yleisimmin alkava tumakaihi. (Grosvenor 2007: 44.)



Kuvio 5. Myopian luokittelu sen ilmaantumisen ajankohdan ja ikään liittyvän esiintyvyyden mukaan (mukaillen Grosvenor 2007: 44)

6.2 Eteneminen

Myopian ilmaannuttua, sen määrä kasvaa yleensä nopeasti useiden vuosien aikana. Myopia kehittyy nuoruusiässä noin 0–1,0 dioptriaa vuodessa, useimmiten 0,30–0,50 dioptriaa vuoden aikana. Laatikaisen ja Erkkilän (1980) tutkimuksen mukaan myopiaa esiintyy 7–8-vuotiailla koululaisilla 1,9 % (n=162), 9–10-vuotiailla 6,4 % (n= 218), 11–12-vuotiailla 7,2 % (n=222) ja 14–15-vuotiailla 21,8 % (n=220). Myopia etenee sitä nopeammin, mitä nuorempana se alkaa. Likitaitteisuuden on myös havaittu olevan sitä voimakkaampaa aikuisiällä, mitä varhaisemmalla iällä se on alkanut. Aikuisiällä alkavassa myopiassa kehittyminen on hitaampaa. Nuoruusiällä ilmaantuvan myopian on todettu kasvavan lineaarisesti teini-ikään saakka, jonka jälkeen kehitys pysähtyy (ks. kuvio 6). Myopian kehittyminen loppuu tytöillä noin 15,21 vuoden iässä ja pojilla noin 16,66 vuoden iässä. Erot myopian etenemisessä ovat kuitenkin yksilöllisiä. Myopian määrä alkaa usein vähentyä noin 45 vuoden iässä (American Optometric Association 1997: 10–11; Goss 1998: 51–52; Grosvenor 41, 44–45; Laatikainen – Erkkilä 1980; Pärssinen 2009: 495.)



Kuvio 6. Myopian eteneminen iän myötä. Vasemmanpuoleisessa mallissa viisi poikaa ja oikeanpuoleisessa viisi tyttöä (mukaillen Grosvenor 2007: 45)

6.3 Kehittyminen

Perinnöllisten tekijöiden ja ympäristötekijöiden vaikutuksesta myopian kehittymiseen on väitelty kauan. Likitaitteisuuden uskotaan kehittyvän perinnöllisten tekijöiden ja ympäristötekijöiden yhteisvaikutuksesta. On ehdotettu, että myopian kehittyminen on kaksivaiheinen. Suuriasteinen myopia nuorella iällä olisi perittyä ja matala-asteinen koulumyopia ympäristötekijöiden aiheuttamaa. Toisen teorian mukaan perinnölliset tekijät määrittävät

alttiuden ympäristötekijöille. Kolmannen teorian mukaan matala-asteinen myopia johtuu geenien vaikutuksesta silmän komponenttien kasvuun, vaikkakin ympäristötekijät saattavat vaikuttaa näiden väliseen korrelaatioon. (Rosenfield – Logan 2009: 166.)

6.3.1 Perinnölliset tekijät

Geneettisen taustan on todettu olevan selvästi yhteydessä likinäköisyyteen. Tutkimuksissa on löydetty useita geenilokuksia, joiden on todettu olevan yhteydessä myopian kehittymiseen. (Pärssinen 2009: 497.) Myopiaa todettiin 24-vuotisessa seurantatutkimuksessa kehittyvän 6,42 kertaa todennäköisemmin lapsille, joiden molemmat vanhemmat ovat myooppeja, verrattuna lapsiin, joiden vanhemmista toinen on myooppi tai kummallakaan vanhemmista ei ole myopiaa. (Pacella ym. 1999). Niin sanotuilla luonnonkansoilla myopian esiintyvyys on vähäisempää kuin esimerkiksi kiinalaisilla, japanilaisilla ja eurooppalaisilla. Tämän on oletettu liittyvän perinnöllisiin ja rodullisiin tekijöihin. Perimän ei uskota kuitenkaan yksistään selittävän likitaitteisuuden määrän nopeaa kasvua. (Pärssinen 2009: 497.)

6.3.2 Ympäristötekijät

Useiden tutkimusten perusteella myopian kehittymiseen ovat perinnöllisyyden lisäksi yhteydessä lisääntynyt koulutus, lukeminen ja korkeampi ammattiasema. Verrattaessa Heinosen (1929) tutkimuksen tuloksia vuosisadan alkupuolelta Laatikaisen ja Erkkilän (1979) sekä Mäntyjärven (1983) 1900-luvun lopussa tekemiin tutkimuksiin, voidaan havaita, että ensimmäisen luokan oppilailla esiintyvän myopian määrä on pysynyt samana (1,3 % vs. 1,3 %). Kuitenkin 14–15-vuotiailla esiintyvän likitaitteisuuden määrä on lähes kaksinkertaistunut 50-vuoden aikana (10,6 % vs. 22,8 %). Samanaikaisesti väestön koulutustaso on noussut. Suomalaisista 15-vuotiaista nuorista 30 % ei ollut luku- ja kirjoitustaitoa vuonna 1920 ja vain kaksi prosenttia ikäluokasta valmistui ylioppilaaksi. 1980-luvulla jo noin puolet ikäluokasta valmistui ylioppilaaksi. Likitaitteisuutta esiintyy aikuisilla sitä enemmän, mitä myöhemmin he ovat syntyneet 1900-luvulla (ks. taulukko 6). (Pärssinen 2009: 495–497.)

Myös muissa maissa on tehty samankaltaisia havaintoja. Young ym. (1969) totesivat myopiaa esiintyvän eskimoyhdyskunnassa 58 % 26-vuotiaista, kun koulutuksen pariin

oli siirrytty. Likitaitteisuutta ei kuitenkaan esiintynyt juuri lainkaan heidän vanhempiensa tai isovanhempiensa parissa. (Pärssinen 2009: 496–497.)

Taulukko 6. Myopian esiintyvyyden kasvu Suomessa aikuisiällä 1900-luvun tutkimusten mukaan (mukaillen Pärssinen 2009: 496)

| Syntymävuosi | Likinäköisiä, % | Ikä tutkimushetkellä, v | Viite |
|--------------|-----------------|-------------------------|------------------|
| 1900–10 | 7 | >50 | Forsius ym. |
| 1911–20 | 7 | >50 | Forsius ym. |
| | 5 | 61–70 | Aine |
| | 9 | 60–74 | Rifaat ja Kivelä |
| 1921–30 | 5 | 51–60 | Aine |
| 1931–40 | 6 | 41–50 | Aine |
| | 21 | 46 | Pärssinen |
| 1941–50 | 22 | 21–30 | Pärssinen ym. |
| | 25 | 33–37 | |
| 1951–60 | 38 | 26 | Pärssinen |

Kinneyn ym. (1980) tutkimuksessa havaittiin sukellusveneessä työskentelevillä henkilöillä, joiden näköetäisyydet ovat rajoitetut, kehittyneen myopiaa. Adams ja McBrien (1992) havaitsivat likitaitteisuutta kehittyvän suurelle osalle mikroskooppityöntekijöistä aikuisiällä. Youngin (1961) tutkimuksessa apinoilta rajoitettiin kauas näkeminen, jolloin kaikille koe-eläimille kehittyi likitaitteisuutta. (Sheedy – Shaw-McMinn 2003: 48.)

Jo Tscherning (1883) totesi tutkimuksessaan likitaitteisuutta kehittyvän yleisimmin (32,4 %) paljon kouluja käyneille ja korkeammassa ammattiasemassa oleville. Maanviljelijöillä ja kalastajilla likinäköisyyttä esiintyi vain vähän (2,4 %). Pärssisen (1987) tutkimuksessa todettiin 26-vuotiailla, jotka olivat käyneet kansa- tai peruskoulun, taittoarvon olevan keskimäärin +0,24 D. Henkilöillä, jotka olivat suorittaneet ylioppilastutkimuksen, taittoarvo

oli keskimäärin -1,05 D. (Pärssinen 2009: 497.) Pärssinen ja Lyyra (1993) havaitsivat myopiaa kehittyvän enemmän lapsille, jotka tekivät lähityötä pidemmän aikaa. Lyhemmän katseluetäisyyden todettiin olevan suurempi riskitekijä myopian kehittymiseen (Pärssinen – Lyyra 1993.)

Gossin ja Jacksonin (1996) tutkimusten mukaan esoforia on riskitekijä myopian kehittymiseen lapsilla. Goss ja Rainey (1999) havaitsivat esoforian aiheuttavan usein akkommodaatiovajausta, mikä johtaa verkkokalvokuvan hämärtymiseen. On ehdotettu, että lähityöhön liittyvän myopian kehittyminen olisi todennäköisempää lapsilla, joilla on esoforiaa lähelle. (Sheedy – Shaw-McMinn 2003.)

Näyttöpäätetyön vaikutusta myopian kehittymiseen on tutkittu useissa eri tutkimuksissa. Tokoro (1988) havaitsi myopiaa kehittyvän vuoden aikana näyttöpäätteen äärellä työskennellessä. Tutkimuksessa ei ollut kuitenkaan kontrolliryhmää, joten tuloksia ei voida yhdistää ainoastaan näyttöruudun katsomiseen. Toppel ja Neuber (1994) tutkivat refraktiomuutoksia kahden vuoden aikana 107 näyttöpäätetyön tekijällä ja vertasivat näitä kontrolliryhmän 69 henkilöön, jotka eivät koskaan käyttäneet tietokonetta. Böös ym. (1985) tutkivat refraktiomuutoksia 505 näyttöpäätetyöntekijällä ja vertasivat näitä 126 henkilöön, jotka eivät käyttäneet tietokonetta. Kummassakaan tutkimuksessa ei todettu myopian kehittymistä tietokoneen käyttäjillä kontrolliryhmään verrattuna. (Sheedy – Shaw-McMinn 2003: 50.)

Muttin ja Zadnikin (1996) mukaan ei ole todisteita siitä, että tietokoneen käyttäminen olisi huomattavasti suurempi riskitekijä myopian kehittymiselle muihin lähityön muotoihin verrattuna. Tämä saattaisi selittyä sillä, että etäisyys näyttöpäätteitä käytettäessä on pidempi normaaliin lähityöhön verrattuna ja näyttöjä katsottaessa tapahtuu enemmän silmänliikkeitä. (Mutti – Zadnik 1996.)

Likinäköisyyden kehittymistä on yritetty selittää myös niin sanotulla yövaloteorialla. Quinin ym. (1999) tutkimuksen mukaan lapsille, jotka nukkuvat valaistussa huoneessa, kehittyy enemmän likitaitteisuutta verrattuna pimeässä huoneessa nukkuviin lapsiin. Gwianzda ym. (2000) ja Saw ym. (2001) kuitenkin myöhemmin kumosivat teorian, sillä likitaittoisten vanhempien havaittiin pitävän lasten huoneessa useammin valoja. Likinäköisyyden ja yövalon yhteys on näin selitettävissä perinnöllisyydellä. (Pärssinen 2009: 497–498.)

Useat tutkimukset viittaavat siihen, että lähityön tekeminen jossain muodossaan saattaa aiheuttaa myopian kehittymistä. Gossin (1994) mukaan riski on suuri erityisesti lapsilla. Tämä ei kuitenkaan pidä kaikkien kohdalla paikkansa, sillä muuten jokaiselle koululaiselle ja lähityöntekijälle kehittyisi myopiaa. (Sheedy – Shaw-McMinn 2003: 51.)

6.3.3 Teoriat

Lähityön yhteyttä myopian kehittymiseen on yritetty selittää useiden eri teorioiden avulla. Ei ole kuitenkaan teoriaa, joka olisi hyväksytty yleisesti. Yksi yleisimmistä teorioista on Youngin (1977) akkommodaatioteoria. On ehdotettu, että akkommodaatio aiheuttaa silmänsisäisen paineen nousua, joka johtaa silmän takaosan venymiseen ja silmän aksiaaliseen pidentymiseen. Tämä on kuitenkin ristiriidassa niiden tutkimusten kanssa, joiden mukaan silmänsisäisen paineen on todettu laskevan akkommodoidessa. Young (1981) ehdotti, että akkommodaation aikana kammioneste ei pääse virtaamaan silmän lasiaistilasta takakammioon. (Goss 1998: 68–69.) Akkommodaation yhteys myopian kehitykseen on todettu myös useissa eläinkokeissa. Kun akkommodaatiota lamauttavaa atropiinia käytetään apinoilla, myopiaa ei tutkimusten mukaan kehity (Young 1965.)

Sato (1957) ja monet muut tutkijat ovat ehdottaneet akkommodaatiospasmia myopian kehittymiseen vaikuttavana tekijänä. Akkommodaatiospasmin on todettu aiheuttavan pseudomyopiaa. Tilan uskotaan voivan muuttua jonkun ajan kuluttua pysyväksi ja lopulta johtavan silmän pituuden kasvuun. Teoriaa tukevat havainnot, joiden mukaan varhaisella aikuisiällä ilmenevään myopiaan liittyy usein kaukonäön hetkellistä hämärtymistä pitkäkestoisen lähityön jälkeen. Teorian mukaan kaikki muu, paitsi synnynnäinen myopia, on akkommodaatiospasmin aiheuttamaa. (Grosvenor 2007: 15, 47.)

Greene (1980; 1981) havaitsi akkommodaation, konvergenssin, silmänsisäisen paineen ja silmänliikuttajalihasten aiheuttavan rasitusta kovakalvolla (Grosvenor 2007: 48). Hänen mukaansa erityisesti silmänliikuttajalihakset aiheuttavat suurta rasitusta kovakalvolle, ei akkommodaatio. Toinen mahdollinen rasituksen aiheuttaja on silmänsisäinen paine. Silmänliikuttajalihasten supistumisen on todettu lisäävän silmänpaineen kasvua eläimillä. Greenen (1991) mukaan sekä silmänliikuttajalihasten että silmänsisäisen paineen aiheuttama rasitus takimmaiselle kovakalvolle voisivat aiheuttaa silmän pidentymistä johtaen näin myopian kehittymiseen. (Goss 1998: 69.)

On myös ehdotettu, että ei-tarkentunut verkkokalvokuva aiheuttaisi myopian kehittymistä. Teorian mukaan kuva tarkentuu verkkokalvon taakse paljon lähityötä tekevillä henkilöillä, joilla on normaalia suurempi akkommodaatiovajausta. Tällöin silmän aksiaalinen pituus kasvaisi, jolloin kuva tarkentuisi verkkokalvolle. Jatkuvan lähityön ja akkommodaatiovajauksen johdosta silmän pituuden kasvu jatkuisi, mikä johtaisi myopian kehittymiseen. (Grosvenor 2007: 56.) Teoriaa tukevat tutkimukset, joiden mukaan sekä toonisen akkommodaation että akkommodaatiovasteen määrä on pienempi myoopeilla kuin emmetroopeilla. On tehty myös useita eläinkokeita, joissa miinuslinssien on todettu johtavan silmän pidentymiseen ja myopian kehittymiseen ja pluslinssien vastaavasti hyperopian kehittymiseen. (Goss 1998: 69–70.)

6.4 Ehkäiseminen

Myopian kehittymistä on yritetty estää useilla eri keinoilla, joita ovat muun muassa erilaiset silmän harjoitteluohjelmat, silmien käytön rajoitus, lääkkeet, kovakalvoa vahvistavat leikkaukset ja piilolinssit, akkommodaatiota lamaavat lääkkeet, ravitsemustekijät, silmälasien käytön välttäminen, alikorjatut lasit sekä ylikorjatut lasit. Nämä menetelmät eivät ole kuitenkaan johtaneet pysyviin hoitotuloksiin. (Pärssinen 2009: 498.)

Suomalainen silmälääkäri Kaisu Viikari on jo 1970-luvulla varoittanut myopian ylikorjauksesta ja siitä, kuinka lähityötä tehdessä miinus-kaukolasien käyttö saattaa pahentaa myopian kehittymistä. Viikarin mukaan akkommodaatorasitusta ja myopiaa tulisi ehkäistä käyttämällä lähilasilisiä lukiessa ja muuta lähityötä tehdessä. (Viikari 1972.) On myös tehty tutkimuksia, joissa lähilasilisän käytön on osoitettu vähentävän myopian kehittymistä. Leung ja Brown (1999) totesivat tutkimuksessaan huomattavasti vähäisempää myopian kehittymistä 36 lapsella, jotka käyttivät moniteholaseja verrattuna kontrolliryhmän 32 lapseen, jotka käyttivät yksitehosilmälaseja. Testiryhmässä lähilisän määrä oli +1.50 dioptriaa tai +2.0 dioptriaa. Lapsille, jotka käyttivät +2.0 dioptrian lähilasilisiä, kehittyi vähemmän likitaitteisuutta verrattuna lapsiin, joiden laseissa oli +1.50 dioptrian lähilisiä. (Leung – Brown 1999.)

Myopian on todettu kehittyvän hitaammin henkilöillä, jotka ulkoilevat enemmän lapsuudessa ja nuoruudessa. Rose ym. (2008) tutkivat ulkoilun ja liikunnan harrastamisen vaikutusta myopian kehittymiseen 6-vuotiailla (n=1765) ja 12-vuotiailla (n=2367) koululaisilla. Ulkoilua enemmän harrastavilla todettiin vähemmän myopiaa ja refraktiot olivat keskiarvoltaan hyperooppisempia. Liikunnalla ei todettu olevan vaikutusta likitaitteisuuden

kehittymiseen. Ulkoilun vaikutuksen myopian kehittymiseen on ehdotettu johtuvan muun muassa ulkona vähentyneestä akkommodaatiotarpeesta tai pupillin supistumisesta valoisammassa tilassa. Pienemmässä pupillissa syväterävyys on parempi, jolloin kuva pysyisi teorian mukaan tarkkana verkkokalvolla. On myös ehdotettu, että lisääntynyt valon määrä aiheuttaisi dopamiinin vapautumista verkkokalvolta, mikä voisi estää silmän pituuskasvua. (Rose ym. 2008.)

7 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyössä tarkoituksena oli selvittää, aiheuttavatko älypuhelimet lisääntyvää myopiaa. Tämän lisäksi työssä selvitettiin myös muita älypuhelimien käytön vaikutuksia näkökykyyn.

Aiemmin lapset keskittivät katseensa suurempiin kohteisiin, kuten leluihin, joissa ei ole pieniä yksityiskohtia. Nykyisin jopa tuntikausia kestävä näyttöruudun katsominen tai pelaaminen on näölle rasittavaa. Tämän lisäksi tehdään paljon muuta lähityötä. Älypuhelimien käyttäminen rasittaa silmiä samalla tavoin, kuin esimerkiksi lukeminen tai tietokoneen käyttäminen. Älypuhelimet kuitenkin eroavat muusta lähityöstä erityisesti lyhemmän katseluetäisyyden takia, mikä asettaa näölle uudenlaisia vaatimuksia. (La Magna 2013.) Mitä lyhempi katseluetäisyys on, sitä enemmän silmä joutuu lähelle katsoessaan tekemään lihastyötä, eli akkommodoimaan. Ihmisen silmää ei ole tarkoitettu katsomaan pitkiä aikoja lähelle. (Viikari 2004: 43.)

Kirjallisuuskatsauksen perusteella älypuhelimien käyttö aiheuttaa näön rasisoireita. Ohimenevää, väsymyksen aiheuttamaa akkommodaatioiminnan ja vergenssin heikkenemistä saattaa ilmetä heti lähityön jälkeen sekä väliaikaista myopisoitumista (noin -0,12 D). Digitaalisten näyttöjen katsomisen on todettu hidastavan myös lukunopeutta. Näistä palautuvista lähinäön muutoksista huolimatta digitaalisten näyttöjen ei ole todettu vaikuttavan pysyvän myopian kehittymiseen.

Perinnöllisten ja ympäristötekijöiden vaikutuksista likitaitteisuuden kehittymiseen ei ole täysin kiistatonta näyttöä, mutta useat tutkimustulokset kuitenkin viittaavat siihen, että lähityön tekeminen kokonaisuudessaan, kaikissa muodoissaan, saattaa aiheuttaa myopiaa. Ei ole myöskään yleisesti hyväksyttyä käsitystä siitä, miksi lähityö aiheuttaa likitaitteisuutta, mutta silmän akkommodaation uskotaan jossakin muodossa liittyvän tähän myopian kehittymiseen. Lyhemmän katseluetäisyyden on todettu olevan suurempi riskitekijä myopian kehittymiselle. Tutkimusten mukaan runsas ulkoilu lapsuudessa ja nuoruudessa hidastaa myopian kehittymistä.

Digitaalisten näyttöjen yleistyessä, lähityön määrä tulee luultavasti kasvamaan entisestään. Tutkimukset ovat osoittaneet, että tietokoneen käyttäminen ei todennäköisesti ole suurempi riskitekijä likinäköisyyden kehittymiselle verrattuna muihin lähityön muotoihin. Tämä voi selittyä sillä, että katseluetäisyys tietokonetta käytettäessä on huomattavasti

pidempi. Mikäli akkommodaatio on likitaitteisuuden kehittymisen taustalla, voi älypuhelinten käytön olettaa olevan suurempi riskitekijä myopian kehittymiseen muihin lähityön muotoihin verrattuna suuremman akkommodaatorasituksensa vuoksi.

Myopian esiintyvyyden määrä on useissa eri maissa kasvanut koko 1900-luvun ajan. Lähityön lisääntymisestä ja vähentyneestä ulkoilun määrästä johtuen kasvun voisi olettaa jatkuvan edelleen. Jos myopian määrä lisääntyy, sen myötä myös riski useisiin eri silmäsairauksiin kasvaa. Myopia ilmaantuu useimmiten nuoruusiässä, kun koulunkäyntiä on jo muutama vuosi takana. Älypuhelimia kuitenkin ostetaan jo seitsemänvuotiaille lapsille ja tätäkin nuoremmat lapset käyttävät usein tabletteja tai muita näyttöjä, joten voiko myös myopian ilmaantumisen ajankohta näin aikaistua tulevaisuudessa?

Akkommodaatiospasmiä on ehdotettu yhtenä likitaitteisuutta aiheuttavana tekijänä. Spasmin vaikutusta pysyvän myopian kehittymiseen ei tällä hetkellä tiedetä, mutta suuren akkommodaatorasituksen voi ajatella joka tapauksessa lisäävän myös riskiä akkommodaatiokrampin ja pseudomyopian kehittymiseen erityisesti nuorilla aikuisilla, joille pysyvää likitaitteisuutta ei enää todennäköisesti kehity.

Optikoiden on hyvä ottaa työssään huomioon akkommodaatiospasmin mahdollisuus, johon usein virheellisesti määrätään lisää miinusvahuutta silmälaseihin. Liiallinen akkommodaatorasitus on tärkeä huomioida myös määritettäessä lasikorjausta. Asiakkaalle tulisi määrätä pienin mahdollinen miinuskorjaus, jolla hän näkee vielä tarkasti kauas.

Näönrasitusoireet olisi hyvä ottaa koulutuksessa ja alallamme enemmän huomioon, sillä niiden määrän voi olettaa kasvavan merkittävästi tällä vuosisadalla näyttöjen yleistyessä entistä enemmän. Älypuhelinten näytöt (LCD ja OLED) ovat parempilaatuisia verrattuna esimerkiksi vanhoihin tietokoneen kuvaputkinäyttöihin (CRT). Tämän voisi olettaa rasittavan näköä vähemmän. Katseluetäisyys on kuitenkin älypuhelinta käytettäessä huomattavasti lyhempi ja tekstin koko hyvin pientä, mikä rasittaa näköä paljon. Lähityöhön liittyvät astenooppiset oireet eivät enää ole yhdistettävissä vain tietokoneisiin, vaan myös älypuhelinten, tablettien ja muiden digitaalisten näyttöjen käyttö aiheuttaa niitä (Rosenfield 2011: 506). Näönrasitusoireiden voi siis olettaa tulevan optikoiden työssä yhä useammin esille.

Lisääntynyt älypuhelinien käyttö on hyvä huomioida näöntarkastuksia tehtäessä, erityisesti määrättäessä ikänäköiselle lähilasikorjausta. Asiakkaalta olisi hyvä kysyä, millaiseen lähityöhön lasit tulevat. Lähikatseluetäisyyden ei voida enää olettaa olevan aina 40 cm. Optikot voisivat harkita lähitestien tekemistä myös lyhemmille etäisyyksille ja ottaa linssivalinnassa huomioon älypuhelinien ja muun uuden tekniikan näkövaatimukset. Todennäköisesti myös ikänäön korjaukseen tarkoitettujen linssien rakenteeseen tarvitaan muutoksia, jotta ne vastaisivat paremmin tämän päivän näkövaatimuksia. (Bababekova 2011: 797.)

Vanhempien tulisi rajoittaa älypuhelimien käyttöaika ja myös harkita tarkemmin, mikä ikäiselle lapselle puhelin kannattaa hankkia. Puhelinta olisi hyvä pitää vähintään 40 cm:n etäisyydellä silmistä, jotta sen käytöstä ei aiheutuisi liiallista akkommodaatorasitusta. Puhelimen käytössä tulisi pitää taukoja ja lepuuttaa välillä silmiä katsomalla kaukana oleviin kohteisiin. Siirtyminen esimerkiksi tabletin käyttöön voisi olla hyväksi silmille tai älypuhelimien hankkiminen, jossa on suurempi ruutu. Lapsia tulisi kannustaa enemmän ulkoiluun, mikä on todettu tutkimusten mukaan hidastavan myopian kehittymistä. (Innes 2013; Viikari 2011.)

Digitaalisissa näytöissä on myös hyviä puolia näkemisen kannalta. Henkilöt, joilla on esimerkiksi näkökykyä heikentävä verkkokalvon rappeuma tai suuri määrä myopiaa, voivat suurentaa tekstin kokoa nykyaikaisten näyttöjen avulla ja lukea tekstiä normaalivahvuisemmilla laseilla. Aikaisemmin tekstin lukemiseen olisi mahdollisesti tarvittu avuksi suurenuslaseja tai hyvin vahvoja silmälaseja. (LaMagna 2013.)

Opinnäytetyön toteutuksessa pyrittiin kiinnittämään huomiota sen luotettavuuteen ja eettisyyteen. Luotettavuuteen saattaa vaikuttaa, osattiinko kirjallisuuskatsaukseen ottaa mukaan keskeisimmät aiheeseen liittyvät asiat. Kirjallisuuskatsauksen aineistona käytettiin paljon englanninkielisiä lähteitä. Vieraskieli saattaa aiheuttaa tahattomia väärinymmärryksiä.

Opinnäytetyön toteuttamisessa on pyritty noudattamaan hyvää tieteellistä käytäntöä. Työn toteuttamisessa on pyritty rehellisyyteen sekä yleiseen tarkkuuteen ja huolellisuuteen koskien tutkimustyötä, tulosten tallentamista ja esittämistä sekä arvioitaessa tutkimuksia ja niiden tuloksia. Lähdeviitteet on pyritty merkitsemään asiaankuuluvan tavan mukaisesti. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2006: 6.)

Jatkotutkimusaiheena voitaisiin toteuttaa konkreettinen tutkimus älypuhelinien aiheuttamista näköhaitoista. Tutkimuksessa voitaisiin verrata, miten älypuhelinien käyttäjien ja näyttöpäätelyöntekijöiden kokemat näönrasitusoireet eroavat toisistaan. Esiintyykö oireita enemmän älypuhelinien käyttäjillä, joilla akkommodaatorasitus on suurempaa? Lisäksi voitaisiin tutkia, millaisia muita vaikutuksia älypuhelinien käytöllä on näkökykyyn. Lyhemmän katseluetäisyyden vaikutuksista näköön ei ole juuri tehty tutkimuksia.

Olisi mielenkiintoista myös tutkia, miten digitaalisten näyttöjen lähettämä, normaalia runsaampi lyhytaaltainen säteily vaikuttaa näkökykyyn ja silmän sisäosien rakenteisiin. Näytöt lähettävät melko runsaasti lyhytaaltoista näkyvää violettiä ja sinistä valoa.

Opinnäytetyön aihe on ollut sekä kansainvälisessä että suomalaisessa mediassa esillä syksyllä 2013. Aihe on tulevaisuuteen suuntautuva, ja sen voi olettaa tulevan jatkossakin useammin esille näönhuollon ammattilaisten työssä. On mielenkiintoista seurata, millaisia tutkimuksia aiheeseen liittyen tehdään tulevaisuudessa.

Lähteet

Adams, D.W. – McBrien, N.A. 1992. Prevalence of myopia and myopic progression in a population of clinical microscopists. *Optometry and Vision Science* 69 (6). 467–473.

Alters, Sandra – Schiff, Wendy 2011. *Essential Concepts for Healthy Living Update*. 5. painos. Canada: Jones and Bartlett Publishers.

American Optometric Association 1997. Care of the Patient with Myopia. Verkkodokumentti. <<http://www.aoa.org/documents/optometrists/CPG-15.pdfz>>. Luettu 23.11.2013.

Bababekova, Y. – Rosenfield, M. – Hue, J.E. – Huang, R.R. 2011. Font size and viewing distance of handheld smart phones. *Optometry and Vision Science* 88 (7). 795–797.

Berqvist, U.O. 1984. Video display terminals and health: a technical and medical appraisal of the state of art. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 10 (2). 1–87.

Blehm, Clayton – Vishnu, Seema – Khattak, Ashbala – Mitra, Shrabanee – Yee, Richard W. 2005. Computer Vision Syndrome: A Review. *Survey of Ophthalmology* 50 (3). 253–262.

Bockelmann, W.D. 1995. Optimal Ocular Correction for Computer Operations. *Klin Oczna* 97 (3-4). 95–97.

Böös, S.R. – Calissendorff, B.M. – Knave, B.G. – Nyman K.G. – Voss, M. 1985. Work with video display terminals among office employees. III. Ophthalmologic factors. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 11 (6). 475–481.

Burns, D.H. 1995. Characteristics of visual display units that may cause visual difficulties. *Ophthalmic and Physiological Optics* 15 (2). 99–104.

Charman, Neil 2008. The eye in focus: accommodation and presbyopia. *Clinical and Experimental Optometry* 91 (3). 207–225.

Ciuffreda, Kenneth J. 1998. Accommodation, the Pupil, and Presbyopia. Teoksessa Benjamin, William J. (toim.) *Borish's Clinical Refraction*. 1. painos. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 77–120.

Cole, Barry L. 2003. Do video display units cause visual problems? – A bedside story about the processes of public health decision making. *Clinical and Experimental Optometry* 86 (4). 205–220.

Collins, M. – Davis, B. – Atchison, D 1993. VDT screen reflections and accommodation response. *Ophthalmic and Physiological Optics* 14 (2). 193–198.

Duane, Alexander 1922. Studies in Monocular and Binocular Accommodation with Their Clinical Application. American Ophthalmological Society 20. 132–157.

Elder, J.A. 2003. Ocular effects of radiofrequency energy. Bioelectromagnetics 24 (6). 148–161.

Garcia, K.D. – Wierwille, W.W. 1985. Effect of glare on performance of a VDT reading-comprehension task. Human Factors 27 (2). 163–173.

Goss, David A. – Jackson, T.W. 1996. Clinical findings before the onset of myopia in youth: 3. Heterophoria. Optometry and Vision Science. 73 (4). 269–278.

Goss, David A. – Rainey, Bill B. 1999. Relationship of accommodative response and nearpoint phoria in a sample of myopic children. Optometry and Vision Science 76 (5). 292–294.

Goss, David A. 1994. Effect of spectacle correction on the progression of myopia in children – A literature review. Journal of the American Optometric Association 65 (2). 117–128.

Goss, David A. 1998. Development of the Ametropias. Teoksessa Benjamin, William J. (toim.) Borish's Clinical Refraction. 1. painos. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 47–76.

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

Gur, S. – Ron, S 1992. Does work with visual display units impair visual activities after work? Documenta Ophthalmologica 79 (3). 253–259.

Gwianzda, J. – Ong, E. – Held, R. – Thorn, F. 2000. Myopia and ambient night-time lighting. Nature 404 (6774). 143–144.

Heinonen, O. 1929. Zum problem der fregvenzveränderungen der myopia. Acta Ophthalmologica 7. 301–332.

Hirsjärvi, Sirkka – Remes, Pirkko – Sajavaara, Paula 2002. Tutki ja kirjoita. 6.–8. painos. Helsinki: Tammi.

Hirsjärvi, Sirkka – Remes, Pirkko – Sajavaara, Paula 2007. Tutki ja kirjoita. 13. painos. Helsinki: Tammi.

Ibrahim, Dogan 2012. Using LEDs, LCDs and GLCDs in Microcontroller Projects. United Kingdom: Wiley.

Innes, Emma 2013. Have you got 'screen sightedness'? Smartphones are causing sight problems to soar, warns eye surgeon. Daily Mail. Verkkodokumentti. <<http://www.dailymail.co.uk/health/article-2394611/Have-got-screen-sightedness-Smartphones-causing-sight-problems-soar-warns-eye-surgeon.html>>. Luettu 20.11.2013.

Jaschinski, W. – Bonacker, M. – Alshuth, E. 1996. Accommodation, convergence, pupil diameter and eye blinks at a CRT display flickering near fusion limit. *Ergonomics* 39 (1). 152–64.

Jukkola, Hanna – Kivioja Maija-Leena 2013. Akkommodaatiolaajuus nykypäivänä. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveystieteiden koulutusohjelma.

Kennedy, A. – Murray, W.S. 1991. The effects of flicker on eye movement control. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A* 43 (1). 79–99.

Kinge, Bettina – Midelfart, Anna – Jacobsen, Geir – Rystad, Jarand 2000. The influence of near-work on development of myopia among university students. A three-year longitudinal study among engineering students in Norway. *Acta Ophthalmica* 78 (1). 26–29.

Kinney, J.A. – Luria, S.M. – Ryan, A.P. – Schlichting, C.L. – Paulson, H.M. 1980. The vision of submariners and National Guardsmen: A longitudinal study. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*. 57 (8). 469–478.

Laatikainen, L – Erkkilä, H. 1979. Koululaisten silmälöydökset. *Duodecim* 95 (9). 561–569.

Laatikainen, L– Erkkilä, H 1980. Refractive errors and other ocular findings in school children. *Acta Ophthalmologica* 58 (1). 129–136.

LaMagna, Maria 2013. Don't give up your eyes for an iPhone. MarketWatch. Verkkodokumentti. <<http://www.marketwatch.com/story/dont-give-up-your-eyes-for-an-iphone-2013-08-23>>. Luettu 27.12.2013.

Leung, JT – Brown, B 1999. Progression of myopia in Hong Kong Chinese schoolchildren is slowed by wearing progressive lenses. *Optometry and Vision Science* 76 (6). 346–354.

Luberto, F. – Gobba, F. – Brogna, A. 1989. Temporary myopia and subjective symptoms in video display terminal operations. *La Medicina del lavoro* 80 (2). 155–163.

Lunn, R – Banks, W.P. 1986. Visual fatigue and spatial frequency adaptation to video displays of text. *Human Factors* 28 (4). 457–464.

Mäkitie, Jukka 1990. Silmän optiikka ja taittovirheet. Teoksessa Mäkitie Jukka – Hoikkala, Matti (toim.) Työ ja näkeminen: Ergofoftalmologia. Helsinki: Yliopistopaino. 30–36.

Mäntyjärvi, M. 1983. Incidence of myopia in a population of Finnish school children. *Acta Ophthalmologica* 61 (3). 417–423.

Montegut, M.J. – Bridgeman, B. – Sykes, J. 1997. High refresh rate and oculomotor adaptation facilitate reading from video displays. *Spatial Vision* 10 (4). 305–322.

Mutti, Donald O. – Zadnik, Karla 1996. Is computer use a riskfactor for myopia? *Journal of the American Optometric Association* 67 (9). 521–530.

National Research Council 1983. Video display, work, and vision. Report of the panel on the impact of video viewing on vision of workers. Committee on vision. Washington: National Academy Press.

Nienstedt, Walter – Hänninen, Osmo – Arstila, Antti – Björkqvist, Stig-Eyrik 2006. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 15.–16. painos. Helsinki: WSOY.

Owens, D.A. – Wolf, K. 1987. Nearwork, visual fatigue, and variations of oculomotor tonus. *Investigative Ophthalmology and Visual Science* 28 (4). 743–749.

Pacella, R. – McLellan J. – Grice K. – Del Bono, E.A. – Wiggs J.L. – Gwiazda J.E. 1999. Role of genetic factors in the etiology of juvenile-onset myopia based on a longitudinal study of refractive error. *Optometry and Vision Science* 76 (6). 381–386.

Pärssinen, O – Lyyra, A.L. 1993. Myopia and myopic progression among schoolchildren: a three-year follow-up study. *Investigative Ophthalmology & Vision Science* 34 (9). 2794-2802.

Pärssinen, Olavi 2009. Pilaako lukeminen silmät? *Suomen Lääkärilehti* 64 (6). 495–498.

Pärssinen, T.O. 1987. Relation between refraction, education, occupation, and age among 26- and 46-year-old finns. *American Journal of Optometry and Physiological Optics* 64 (2). 136–143.

Quinn, G.E. – Shin, C.H. – Maguire, M.G. – Stone, R.A. 1999. Myopia and ambient lighting at night. *Nature* 399 (6732). 113–114.

Raasch, T.W. – Bailey I.L. – Howarth, P.A – Greenhouse, D.S. – Berman, S. 1991. Visual performance at video display terminals – effects of screen color and illuminant type. *Optometry and Vision Science* 68 (12). 924–929.

Rose, Kathryn A. – Morgan, Ian G. – Ip, Jenny – Kifley, Annette – Huynh, Son – Smith, Wayne – Mitchell, Paul 2008. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology* 115 (8). 1279–1285.

Rosenfield, Mark – Gilmartin, Bernard 1998. Myopia and nearwork. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Rosenfield, Mark – Logan, Nicola 2009. Optometry: Science, Techniques and Clinical Management. 2. painos. Lontoo: Butterworth-Heinemann.

Rosenfield, Mark 1998. Refractive Status of the Eye. Teoksessa Benjamin, William J. (toim.) Borish's Clinical Refraction. 1. painos. Philadelphia: W.B. Saunders Company.

Rosenfield, Mark 2011. Computer Vision Syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. Ophthalmic and Physiological Optics 31 (5). 502–515.

Rosenfield, Mark 2013. The spread of technology. Optician Online. Verkkodokumentti. <<http://www.opticianonline.net/assets/getAsset.aspx?ItemID=7224>>. Luettu 31.1.2014.

Saari, K. Matti – Korja, Taru 2011. Silmän refraktio ja akkommodaatio. Teoksessa Saari, K. Matti (toim.) Silmätautioppi. 6. painos. Keuruu: Kandidaattikustannus Oy. 301–321.

Saw, S.M. – Wu, H.M. – Hong, C.Y. – Chua, W.H. – Chia, K.S. – Tan, D. 2001. Myopia and night lighting in children in Singapore. British Journal of Ophthalmology 85 (5). 527–528.

Sheedy, James E. – Shaw-McMinn, Peter G. 2003. Diagnosing and Treating Computer-Related Vision Problems. Burlington: Butterworth-Heinemann.

Stang, A. – Anastassiou, G. – Ahrens, W. – Bromen, K. – Bornfeld, N. – Jöckel, K.H. 2001. The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma. Epidermiology 12 (1). 7–12.

Suomen virallinen tilasto (SVT) 2011. Internetyhteydet ja internetin käyttö. Helsinki: Tilastokeskus. Verkkodokumentti. <http://www.stat.fi/til/sutivi/2011/sutivi_2011_2011-11-02_kat_001_fi.html>. Luettu 22.11.2013.

Suomen virallinen tilasto (SVT) 2012. Kaksi kolmasosaa suomalaisista on verkkokaupan asiakkaita. Helsinki: Tilastokeskus. Verkkodokumentti. <https://tilastokeskus.fi/til/sutivi/2012/sutivi_2012_2012-11-07_tie_001_fi.html>. Luettu 21.11.2013.

Suomen virallinen tilasto (SVT) 2013. Yli neljännes 75–89-vuotiaista käyttää internetiä. Helsinki: Tilastokeskus. Verkkodokumentti. <http://www.stat.fi/til/sutivi/2013/sutivi_2013_2013-11-07_tie_001_fi.html>. Luettu 21.11.2013.

The Vision Council 2012. Screens, phones, tablets and more: Keeping your eyes safe in a digital age. Verkkodokumentti. <<https://www.thevisioncouncil.org/consumers/media/VCDigitalEyeStrainReport2012FINAL.pdf>>. Luettu 4.2.2014.

Thomson, W.D 1998. Eye problems and visual display terminals – the facts and the fallacies. Ophthalmic and Physiological Optics 18 (2). 111–119.

Tokoro 1988. Effect of video display terminal (VDT) on myopia progression. *Acta Ophthalmologica* 66 (4). 172–174.

Toppel, L. – Neuber, M. 1994. Evaluation of refractive values in patients working for several years at video display terminals. A long-term study. *Der Ophthalmologe* 91 (1). 103–106.

Tosha, C. – Borsting, E. – Ridder, W.H. 3rd – Chase C. 2009. Accommodation response and visual discomfort. *Ophthalmic and Physiological Optics* 29 (6). 625–633.

Tscherning, M. 1883. Studien über die Aetiologie der Myopie. *Albrecht von Graefe's Archiv für Ophthalmologie* 29 (1). 201–272.

Tuomi, Jouni – Sarajärvi, Anneli 2009: Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkaus-epäilyjen käsitteleminen Suomessa. Verkkodokumentti. <http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_verkkoversio040413.pdf.pdf#overlay-context=fi/ohjeet-ja-julkaisut>. Luettu 8.12.2013.

Viikari, Kaisu 1972. Tetralogia. Turku: Kaisu Viikari.

Viikari, Kaisu 2004. Jotta totuus ei unohtuisi. 1. painos. Turku: Kaisu Viikari.

Viikari, Kaisu 2010. Opi ymmärtämään ja ehkäisemään myopiaa. 2. painos. Helsinki: Books on Demand GmbH.

Wolska, A. – Switula, M. 1999. Luminance of the surround and visual fatigue of VDT operators. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 5 (4). 553–581.

Yeow, P.T. – Taylor, S.P 1989. Effects of short-term VDT usage on visual functions. *Optometry and Vision Science* 66 (7). 459–466.

Yeow, P.T. – Taylor, S.P 1991. Effects of long-term visual display terminal usage on visual functions. *Optometry and Vision Science* 68 (12). 930–941.

Young, F.A. – Leary, G.A. – Baldwin, W.R. – West, D.C. – Box, R.A. – Harris, E – Johnson, C. 1969. The transmission of refractive errors within Eskimo families. *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry* 46 (9). 676–685.

Young, F.A. 1961. Effect of restricted visual space on the primate eye. *American Journal of Optometry* 52 (11). 799–806.

Young, F.A. 1965. The effect of atropine on the development of myopia in monkeys. *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry* 42 (8). 439-44.

Ziefle, M. 1998. Effects of display resolution on visual performance. *Human Factors* 40 (4). 554–568.

Suojaa silmäsi älypuhelinien näköhaitoilta -ohjeistus

Suojaa silmäsi älypuhelinien näköhaitoilta

Kiinnitä huomioita näihin ulkoisiin tekijöihin:

- **Vähennä häikäisyä.** Säädä ruudun kirkkaus sopivaksi. Vaihda taustan väri valkoisesta esimerkiksi vaaleaan harmaaseen.
- **Puhdista näyttö.** Pyyhi näyttö säännöllisesti vähentääksesi heijastuksia.
- **Vähennä ympärillä olevaa valaistusta.** Sisällä ollessasi vähennä valon määrää ja vältä puhelimen käyttöä ulkona kirkkaalla säällä. Tämä saattaa vähentää häikäisyä ja silmien rasituseireita.
- **Pidä silmien ja näytön välinen etäisyys sopivana.** Pidä puhelinta vähintään 40 cm:n etäisyydellä silmistäsi ja pidä näyttöä silmien alapuolella.
- **Suurena tekstin kokoa.** Määritä puhelimen asetuksista sopiva tekstin koko, joka tuntuu miellyttävältä silmilllesi.

Muista myös nämä tekijät:

- **Räpyttele useammin.** Digitaalisen ruudun katsominen saattaa vaikuttaa räpyttelyn määrään ja aiheuttaa silmien kuivumista. Yritä muistaa räpyttelyn tärkeys. Tämä auttaa myös katseen tarkentamisessa.
- **Pidä 20–20–20 tauko.** Lyhyetkin tauot vaikuttavat. Katso 20 minuutin välein 20 metrin päähän 20 sekunnin ajan.
- **Tarkastuta näkösi säännöllisesti.** Korjaamattomat taittovirheet voivat rasittaa näköä näyttöä katsottaessa. Keskustele optikon kanssa linssivaihtoehdoista, jotka sopivat näkötarpeisiisi parhaiten.



(The Vision Council 2012.)