

Katriina Kantola, Tiia Suni, Han Vo

Ei taida olla kaikki tapit kalvolla

Opas värinäkötestien tekemiseen ja tulkintaan

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Optometrismi AMK

Optometria

Opinnäytetyö

20.4.2016

Tekijät Otsikko Sivumäärä Aika	Katriina Kantola, Tiia Suni, Han Vo Ei taida olla kaikki tapit kalvolla – Opas värinäkötestien tekemiseen ja tulkintaan 42 sivua + 2 liitettä 20.4.2016
Tutkinto	Optometrismi (AMK)
Koulutusohjelma	Optometrian koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Optometria
Ohjaajat	Yliopettaja Kaarina Pirilä Lehtori Pia Mäkelä
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda helppolukuinen opas värinäkötestien tekemiseen. Opas on tarkoitettu pääasiassa opintojen tueksi optometristiopiskelijoille sekä optikoilla ja muille terveydenhuollon ammattilaisille, jotka ovat värinäkötestien kanssa tekemisissä. Yhteistyökumppanina toimi Metropolian Ammattikorkeakoulu, jolta saatiin lainaksi tarvittavat värinäkötestit ja niiden ohjeet.</p> <p>Väriavika johtuu värinäön heikkoudesta ja värinäön sokeudesta. Väriavikojen alatyyppejä ovat puna-, viher- sekä sinivika. Väriavikaa esiintyy 8 %:lla miehistä ja 0,5 %:lla naisista. Värinäkötesteihin on olemassa englanninkieliset ohjeet, mutta suomenkielinen opas helpottaa ja nopeuttaa testien tekemistä sekä tulkintaa. Englanninkielisten ohjeiden ymmärtäminen pienessä ajassa voi olla haasteellista, kun näöntarkastukseen on varattu rajallinen aika. Lähellä olevasta oppaasta voi helposti tarkastaa testin ohjeet.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuus on oppaan tietoperusta. Teoriaosuudessa on käsitelty silmän anatomiaa, värien näkemistä, eri väriavikatyyppejä ja niiden aiheuttajia sekä erilaisia värinäkötestejä. Oppaaseen on tiivistetty värinäkötestien ohjeistukset helppolukuiseen ja selkeään muotoon. Oppaan julkaisualustaksi valittiin Issuu-sivusto, koska sen perustoinnot, kuten julkaisujen lataaminen ja niiden tulostaminen, ovat ilmaisia kaikille. Linkki oppaaseen jaettiin sosiaalisessa mediassa ja tulostetut versiot ovat käytettävissä Metropolian näöntutkimusluokasta.</p> <p>Oppaan toimivuutta testattiin optometristiopiskelijoilla ja sen sisältöä korjattiin saadun palautteen perusteella. Opas on kattava ja tarpeellinen apu värinäkötestien ymmärtämiseen.</p>	
Avainsanat	väriavika, värinäkötestit

Authors Title	Katriina Kantola, Tiia Suni, Han Vo Manual for Color Vision Tests
Number of Pages Date	42 pages + 2 appendices Spring 2016
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Optometry
Specialisation option	Optometry
Instructors	Kaarina Pirilä, Principal Lecturer Pia Mäkelä, Senior Lecturer
<p>The aim of this Bachelor's Thesis was to create an easy-to-read manual for color vision tests. The manual is primarily meant for optometry students as a guide to help with their studies and also for opticians and other healthcare professionals who are dealing with color vision tests. This Bachelor's Thesis was made in partnership with Metropolia University of Applied Sciences which provided the color vision tests and their instructions used in making of the color vision test manual.</p> <p>Color vision deficiency is classified into color weakness and color blindness. The types of color vision deficiencies are red, green and blue defect. Color vision deficiencies are found in 8 % of men and 0.5 % of women. There are already instructions in English for color vision tests, but a guide in Finnish will make interpreting and performing color vision tests easier and faster. Understanding the English instructions during an eye examination can be challenging when working with a limited amount of time. From an easily available manual it would be quick and easy to check instructions for a color vision test.</p> <p>The information used in the manual is based on the theoretical part of this Bachelor's Thesis. The theoretical part includes anatomy of the eye, color vision, types of color vision deficiencies and different color vision tests. In the manual the color vision tests instructions have been summarized so that they are simple and easy to read. Issuu.com was chosen as a publishing platform for its free-to-use basic functions such as downloading and printing of publications. The link to the color vision test manual was shared in social media and printed versions can be found in Metropolia's eye examination classroom.</p> <p>The color vision test manual was tested by students of optometry and its content was modified according to the feedback. The comprehensive manual is a useful guide for understanding color vision tests.</p>	
Keywords	color vision deficiency, color vision tests

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Silmän anatomia	3
3	Värien näkeminen	5
4	Värinäköviat	7
4.1	Dikromaattinen värinäön heikkous	7
4.2	Poikkeava trikromaattinen värinäön heikkous	7
4.3	Punavihervika	8
4.3.1	Punaväriheikkous ja –sokeus	9
4.3.2	Viherväriheikkous ja –sokeus	9
4.4	Sinikeltavika	10
4.5	Monokromaattinen värisokeus	11
4.6	Akromatopsia	12
4.7	Perinnöllisyys	13
4.8	Värinäköön vaikuttavat sairaudet	14
5	Värinäkötestit	16
5.1	Anomaloskopia	16
5.2	Pseudoisokromaattiset testit	16
5.2.1	Ishihara	17
5.2.2	H.R.R. Pseudoisokromaattiset taulut	19
5.2.3	Tritan Album	21
5.3	Nappulatestit	22
5.3.1	The Farnsworth-Munsell 100-Hue Test	22
5.3.2	Farnsworth Panel D-15	27
6	Oppaan tuottaminen verkkomateriaalina	29
7	Issuu oppaan julkaisualustana	31
8	Opinnäytetyön eteneminen	32
8.1	Opinnäytetyön teoriaosuuden rajaus	32
8.2	Oppaan tuottaminen	33
9	Pohdinta	36
	Lähteet	38

Liitteet

Liite 1. Opas värinäkötestien tekemiseen ja tulkintaan

Liite 2. Kyselykaavake

1 Johdanto

Väriäköviat ovat melko yleisiä, punaviherheikkoudesta kärsii noin 8 prosenttia miehistä ja 0.5 prosenttia naisista. Optikko pääsee harvoin testaamaan väriäkötestejä työhönsä. Ei ole siis mikään ihme, jos optikon sormi menee suuhun väriäköisen asiakkaan astuessa näöntarkastushuoneeseen: miten testit tehtiinkään ja kuinka niitä piti tulkitä? Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä opas, joka poistaa tämän epävarmuuden.

Issuu-sivustolla julkaistu opas on tarkoitettu optikoille, optometreriopiskelijoille sekä muille terveydenhuollon ammattilaisille. Oppaaseen on avattu viisi eri väriäkötestiä, joista jokaisesta on kirjattu erikseen, kuinka ne tulee tehdä, miten tulokset kirjataan ylös ja kuinka tuloksia tulee tulkitä. Siinä on myös kerrottu, millä testillä pystyy mittaamaan mitään väriäköä. Päätimme julkaista oppaan Issuu-sivustolla, koska siellä se on kaikkien luettavissa ja helposti löydettävissä. Suomenkielisen oppaan tavoite on auttaa jo työssä olevia optikkoja sekä opiskelijoita ymmärtämään väriäkötestejä paremmin ja helpottaa heidän työtään.

Ymmärtääkseen väriäköistä ja testeistä, on ymmärrettävä, kuinka ihminen näkee värit. Tämän takia aloitimme teoriaosuuden silmän anatomiasta ja värien näkemisestä. Työn teoriaosuudessa käsitellään erilaisia väriäköjä, niiden yleisyyttä ja syitä. Työhön on kirjattu erilaisia väriäkötestejä: miten ne toimivat, mitä ne mittaavat, kuinka ne tehdään ja kuinka niiden tuloksia tulkitaan. Käsittelemme verkkojulkaisemisen perusteita, koska aiomme julkaista oppaan Issuu-sivustolla. Tällöin on hyvä tietää mitä kaikkea tulee ottaa huomioon oppaan rakenteeseen, sisältöön ja visuaaliseen ilmeeseen liittyen. Teoria sisältää myös tietoa Issuu-sivustosta ja sen ominaisuuksista. Teoriaosuuteen on lisätty koko opinnäytetyön prosessin kuvaus: mitä vaiheita työ on sisältänyt ja kuinka se on edennyt. Olemme myös kirjanneet, miksi päätimme tehdä oppaan, miksi valitsimme siihen tämän rakenteen ja miksi tietyt fontit on valittu.

Opinnäytetyön työotteeksi valitsimme toiminnallisen työotteen, joka tarkoittaa, että kokonaisuus on kaksiosainen: se sisältää käytännöntoteutuksen, eli tässä tapauksessa oppaan, sekä opinnäytetyöraportin (Lumme – Leinonen – Leino – Falenius – Sundqvist 2006). Vilkan ja Airaksisen (2004) mukaan toiminnallinen opinnäytetyö on hyvä vaihtoehto tutkimukselliselle opinnäytetyölle. Toiminnallinen opinnäytetyö tavoittelee usein käytännön toiminnan ohjeistamista, opastamista tai jonkin asian järjeistämistä työelä-

mässä. Sen tuloksena voi olla esimerkiksi opas, joka on tarkoitettu ammatilliseen käyttöön. Toiminnallisen opinnäytetyön tulisi olla käytännönläheinen, mutta sen tulisi kuitenkin riittävällä tasolla osoittaa alan tietojen ja taitojen hallintaa (Vilkkä – Airaksinen 2004: 9-10; Lumme ym. 2006). Opinnäytetyöntekijöiden mielestä toiminnallinen työote opinnäytetyössä tukee vahvasti opiskelijan kehitystä (Vilkkä – Airaksinen 2004: 9-10).

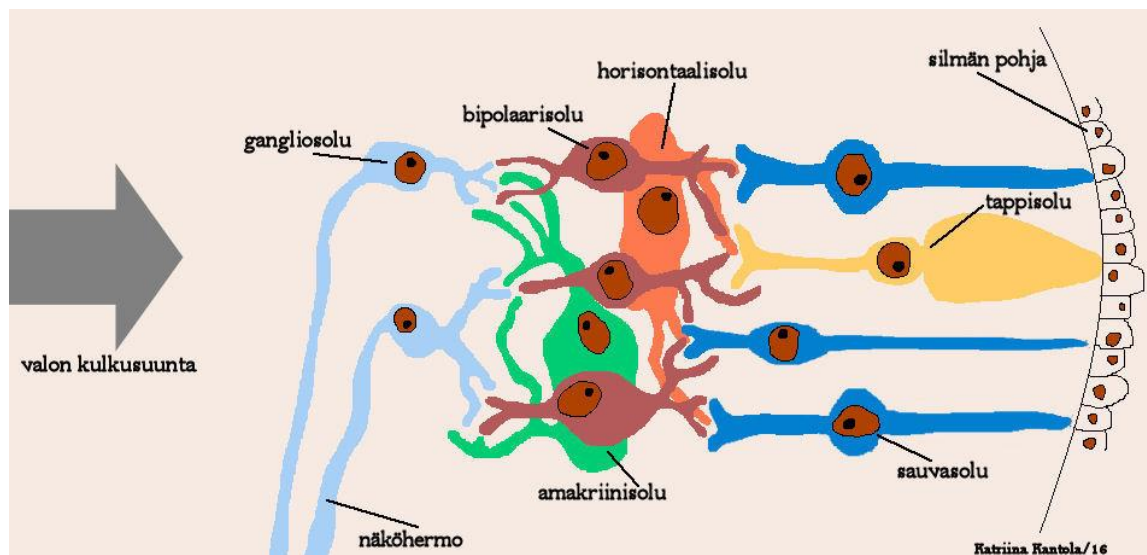
Toiminnallisessa opinnäytetyössä toteutuksen tulisi pyrkiä tutkimukselliseen otteeseen (Vilkkä – Airaksinen 2004: 10), jonka takia valitsimme aineistonkeruumenetelmäksi kuvailevan kirjallisuuskatsauksen, joka on opinnäytetyön teoriaosuus. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on Salmisen (2011) mukaan yleiskatsaus, jossa ei ole tiukkoja metodisia sääntöjä. Menetelmässä käytettävät aineistot ovat laajoja, ja niiden avulla tutkittavaa ilmiötä pystytään kuvaamaan laaja-alaisesti (Salminen 2011: 6). Tämä aineistonkeruumenetelmä valittiin opinnäytetyöhön, koska aihe on melko laaja ja vaatii perehtymistä lähdemateriaaliin.

Idean opinnäytetyöhön saimme syksyllä 2014, kun näöntarkastusharjoittelussa asiakkaaksi tuli oikeasti väriavokainen henkilö. Osasimme kyllä tehdä testit tälle henkilölle, mutta emme muistaneet, mitä eri tulokset tarkoittivat ja kuinka ne tuli tulkitella. Tämän takia jouduimme pyytämään opettajan apua. Kun tulostaulukot oli täytetty ja lähdettiin tulkitsemaan testin tuloksia, oli englanninkielinen opastus melko vaikealukuista ja raskasta. Tämän raskaan lukemisen sekä mielestämme sekavien ohjeiden takia saimme idean tehdä oppaan, jossa olisi monien värinäkötestien ohjeet suomenkielellä yksien kansien sisällä.

2 Silmän anatomia

Silmämuna on halkaisijaltaan noin 2,5 cm, se on pallonmuotoinen ja sijaitsee kallon silmäkuopassa. Silmämunaa päällystää vahva kovakalvo, joka muuttuu silmän etuosassa sarveiskalvoksi. Silmämunan verisuonet kulkevat kovakalvon sisäpuolella olevassa suonikalvossa, joka muuttuu mustuaisen ympäröiväksi värikkalvoksi silmämunan etuosassa. Silmämunan seinämän sisin kerros on verkkokalvo, jossa on paljon herkkiä aistinsoluja. Silmämunan takaosassa sijaitsee näköhermo, joka vie aistinsoluilta tulleen näköinformaation aivoihin. (Salminen 2015; Segre 2014.)

Silmän aistinsolut sijaitsevat verkkokalvon uloimmassa kerroksessa, eli kauimpana silmän sisällä olevasta lasiaisesta. Lähimpänä lasiaista sijaitsee noin miljoona gangliosolu, joiden aksonit muodostavat silmän loppupäässä myös näköhermon. Gangliosolujen ja tappi- sekä sauvasolujen välissä on välineuroneja (horisontaalisolut, bipolaarisolut, amakriinisolut), jotka yhdistävät nämä solut toisiinsa ja näin mahdollistavat näköinformaation käsittelyn jo verkkokalvolla. Gangliosolut muuntautuvat silmän takaosassa näköhermoksi, jota pitkin näköinformaatio kulkeutuu aivoihin, jossa tiedot tulkitaan ja niistä muodostetaan näköaistimus. (Salminen 2015; Segre 2014.) Kuva 1 havainnollistaa, miten aistinsolut sijaitsevat silmässä.

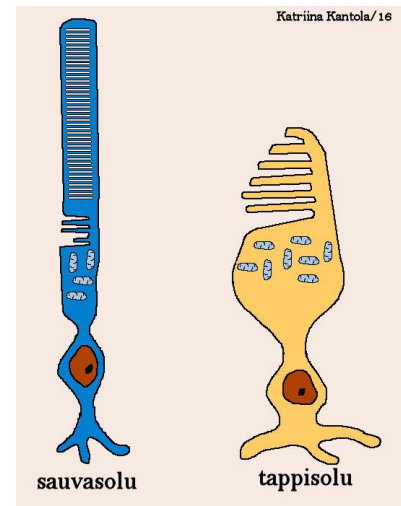


Kuva 1. Aistinsolujen sijainti silmässä. (Kantola)

Verkkokalvon aistinsolut, fotoreseptorit, jaetaan kahteen ryhmään: tappi- ja sauvasoluihin. Tappisolut eivät ole kovin valoherkkiä, ne reagoivat vain valoon, joka on riittävän voimakas. Toisaalta tappisoluilla on korkea erotuskyky, jonka avulla ne tuottavat ihmi-

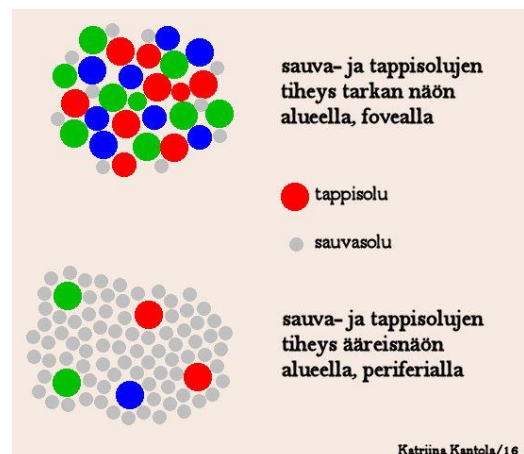
selle erinomaisen näöntarkkuuden ja värinäön. Herkät sauvasolut sisältävät vain yhtä väripigmenttiä eivätkä ne siten osallistu värien näkemiseen, mutta niiden avulla ihminen pystyy näkemään heikossakin valossa. Sauvat tunnistavat lisäksi liikkeen ja muodon sekä tumman ja vaalean värin muutokset. (Kaukoniemi 2000; Purves – Augustine – Fitzpatrick 2001.) Tappisoluja on noin 6 miljoonaa ja sauvasoluja noin 120 miljoonaa kummassakin silmässä (Rod and Cones n.d.).

Fotoreseptoreissa on ulko- ja sisäjäsen, joita yhdistää ohut varsi. Tappisolujen ulkojäsen on lyhyt ja kartiomainen, sauvasolun ulkojäsen on pitkä ja tasapaksu (kuva 2). Solut ovat saaneetkin nimensä niiden ulkomuodon mukaan. (Purves ym. 2001.) Tappisolut voidaan jakaa kolmeen ryhmään, punaherkkiin (64%), viherherkkiin (32%) ja siniherkkiin tappeihin (4%) (Rod and Cones, n.d.), joista jokaisella on oma näköpigmenttinsä ja omat aallonpituutensa (Kivelä 2011: 28). Sauvasolujen pigmentti on kaikista herkin siniselle aaltopi- tuudelle ja toimii myös hämärässä (Kivelä 2011: 72).



Kuva 2. Sauva- ja tappisolun rakenne. (Kantola)

Suurin osa tappisoluista sijaitsee silmän tarkan näkemisen alueella, jonka keskellä on keskikuoppa, fovea. Fovealla on vain tappisoluja, ja niiden tiheys siellä on todella suuri. Ihmisen näöntarkkuus onkin parhain juuri tällä alueella. Sauvasolut sijaitsevat kaikkialla verkkokalvossa, lukuun ottamatta fovean aluetta (kuva 3). Koska fovealla ei ole sauvasoluja, se ei reagoi heikkoon valoon. Tämän takia esimerkiksi tähtitaivasta katseltaessa, pystyy näkemään himmeät tähdet paremmin vasta silloin, kun katsoo hiukan niiden viereen eikä suoraan kohti, jolloin tähti katoaa. (Purves ym. 2001; Mintaka 2000-2016.)



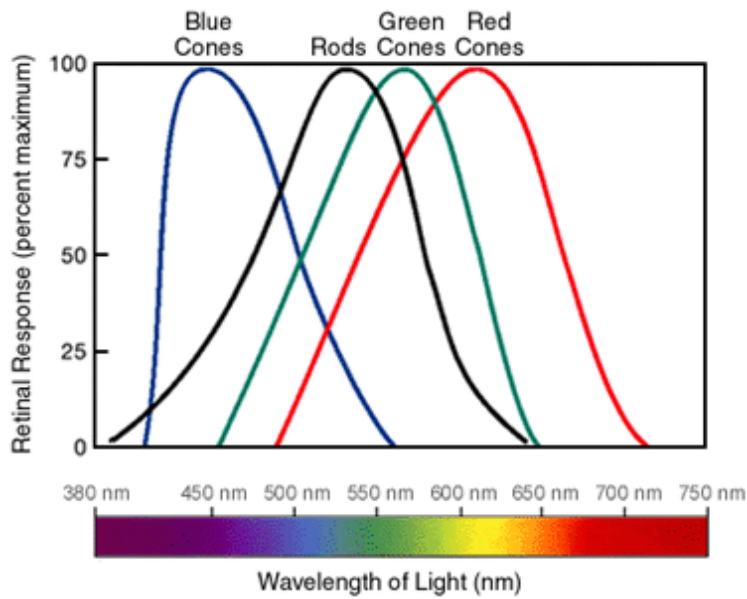
Kuva 3. Tappi- ja sauvasolujen tiheys silmässä. (Kantola)

3 Värien näkeminen

Näköaisti on ihmisen tärkein aisti ympäristön käsittelyssä, sillä mikään muu aisti ei pysty tuottamaan niin paljon tietoa ympäristöstä kuin näkö. Silmissä on 70 % elimistön kaikista aistinsoluista. (Sand – Sjaastad – Haug – Bjålie – Toverud 2012:167.)

Valo on värien lähde. Valon spektri eli kirjo jakautuu 100 – 1000 nm pituisiin aaltoihin. Tämä toiselta nimeltään optinen säteily voidaan jakaa UV-valoon, näkyvään valoon sekä infrapunasäteilyyn. Ihminen tunnistaa näistä näkyvän valon, jonka aallonpituusalue on noin 400 – 700 nm. (Ilmatieteen laitos 2004.) Tällä alueella ihminen havaitsee eri aallonpituuksien taajuudet väreinä (Letonsaari n.d.). Lyhyin aallonpituus on väriltään violetti ja pisin punainen (Ilmatieteen laitos 2004).

Normaali värinäkö perustuu eri tappisoluryhmien samanaikaiseen toimintaan, joilla jokaisella on oma herkkyysalue valon aallonpituudelle (kuva 4). Sinisten tappisolujen spektraalisen herkkyyden huippu on 445 nm, vihreiden 535 nm ja punaisten 570 nm. (Kaukoniemi 2000; Letonsaari, n.d.) Tappisolut voidaan jakaa L, M tai S -tappisoluisen mukaan, mille aallonpituudelle ne ovat herkkiä. L-tappisolut (long) ovat herkkiä pitkälle aallonpituudelle eli punaiselle värille, M-tappisolut (medium) keskipitkälle aallonpituudelle eli vihreälle värille ja S-tappisolut (short) lyhyelle aallonpituudelle eli siniselle värille. (Colblindor n.d.) Eri tappisolujen absorboivat aallonpituudet menevät osittain päällekkäin, jonka ansioista ihminen pystyy erottamaan lukemattoman määrän eri sävyjä ja värejä. Esimerkiksi aallonpituus 570 nm stimuloi lähes yhtä paljon viher- ja punaherkkiä tappeja, muttei juuri yhtään siniherkkiä. Aivot tulkitsevat tämän keltaiseksi väriksi. (Luento 5 2003; Kaukoniemi 2000; Letonsaari, n.d.)



Kuva 4. Sauva- ja tappisolujen herkkyyskäyrät. Cones = tappisolut, rods = sauvasolut. (<http://oneminuteastronomer.com/astro-course-day-5/>)

Newtonin mukaan esineet itsessään eivät ole tietyn värisiä, vaan ne heijastavat tiettyjä aallonpituuksia ja imevät kaikki muut aallonpituudet itseensä. Esimerkiksi punainen omena heijastaa punaista väriä ja absorboi eli imee muut värit itseensä. Jos esine heijastaa kaikkia aallonpituuksia, on se väritään valkoinen, ja jos se imee kaikki aallonpituudet, se on musta. (Pantone n.d.; Joutsu – Slavov 2015; Sand ym. 2012: 167.) Esi-
neen väri riippuu siis siitä, mitä aallonpituutta se heijastaa ja mitä absorboi (Sand ym. 2012: 167).

4 Värinäköviat

Värinäön heikkoudesta kärsivät henkilöt näkevät kapeamman osan värispektristä kuin ihmiset, joilla on normaali värinäkö. Värinäön heikkoudessa silmän suhteellinen väriherkkyys on muuttunut ja vastaavat värit näkyvät epänormaalina. Poikkeavuus johtuu värisekaannuksesta: normaali henkilö erottaa esimerkiksi punaisen ja vihreän värin, mutta punavihersokea henkilö näkee nämä värit samanvärisenä. (Birch 2001: 21.) Värinäköviat voidaan jaotella täydelliseen värisokeuteen, osittaiseen värisokeuteen sekä väriheikkouteen (Tohtori n.d.).

Synnyynnäinen värinäön heikkous johtuu peritystä fotopigmenttien muutoksesta. Nämä johtuvat useista eri syistä. Verkkokalvolta saattaa puuttua tappisolutyyppejä tai verkkokalvolla on vain yksi tai kaksi tappisolutyyppeä kolmen tappisolutyypin sijasta. Vaihtoehdoisesti kolmesta tappisolutyypistä yhden tappisolutyypin spektriherkkyys poikkeaa merkittävästi normaalista. (Birch 2001: 22.)

4.1 Dikromaattinen värinäön heikkous

Dikromaattisessa värinäön heikkoudessa henkilöllä on vain kaksi toimivaa tappisolutyyppeä kolmen toimivan tappisolutyypin sijasta. Puuttuva tappisolutyyppe korvataan kahdella olemassa olevalla tappisolutyypillä. (Birch 2001: 22.)

Dikromaattinen värinäön heikkous voidaan jaotella kolmeen eri alaryhmään riippuen siitä, mikä kolmesta väriä havainnoivasta tappisolutyypistä puuttuu. Protanopiassa puuttuu punaista väriä aistivat tappisolut, deuteranopiassa vihreää väriä aistivat tappisolut ja tritanopiassa sinistä väriä aistivat tappisolut. (Birch 2001: 22.)

4.2 Poikkeava trikromaattinen värinäön heikkous

Poikkeavassa trikromaattisessa värinäön heikkoudessa henkilöllä on kaikki tappisolutyypit olemassa, mutta yksi tai useampi tappisolutyyppe toimii heikosti. Tällöin henkilön aistima värinäön spektri on kapeampi kuin normaalisti näkevällä ihmisellä. (Birch 2001: 22.)

Poikkeava trikromaattinen värinäön heikkous voidaan jaotella kolmeen eri alaryhmään riippuen siitä, mikä kolmesta väriä havainnoivasta tappisolutyypistä toimii heikosti. Protanomaliassa punaiset, deuteranomaliassa vihreät ja tritanomaliassa siniset tappisolut toimivat heikosti. (Birch 2001: 22.)

4.3 Punavihervika

Punavihervika on yleistermi punasokealle, punaheikolle, vihersokealle ja viherheikolle. Usein punavihervikaa kuitenkin kutsutaan virheellisesti pelkäksi punavihersokeudeksi, joka on oikeastaan hyvin harhaanjohtava ja antaa väärän kuvan kyseessä olevasta värinäköviasta. Punaviherheikkous on yleisin värinäön heikkouden muoto, joka voidaan eritellä kahteen eri tyyppiin. Punaheikot, joiden kyky aistia punaista aallonpituutta on heikentynyt ja viherheikot, joiden kyky aistia vihreää aallonpituutta on heikentynyt. Puna- ja viherheikkous on käytännössä lähes sama asia, koska värispektri näyttäytyy hyvin samanlaisena heille. (Daniel from Colblindor n.d.: 14.)

Yli 99 prosenttia värikkaisista henkilöistä on punavihervikaisia. Punavihervikaa esiintyy noin 8 prosentilla miehistä ja 0.5 prosentilla naisista. Punavihervika on resessiivinen sukupuoleen linkittyvä ominaisuus (sijaitsee X-kromosomissa), jonka takia punavihervika on yleisempää miehillä kuin naisilla. Useimmiten punavihervika periytyy pojalle äidin isältä, koska äiti toimii viallisen resessiivisen geenin kantajana. Kaiken tasoiset viat ovat mahdollisia hyvin lievistä muodosta täysin punavihersokeaan. (Daniel from Colblindor n.d.: 14.)

Värinäön geneettinen informaatio puna- ja vihervikaisilla henkilöillä sijaitsee lähes samassa kohtaa X-kromosomia. Punavihervika ei vaikuta ainoastaan punaisen ja vihreän värin tunnistamiseen, vaan koko värispektrin näkemiseen. Näillä henkilöillä on useimmiten ongelmia tunnistaa punainen, oranssi, keltainen, vihreä ja ruskea väri. Puna- ja vihervikaisilla on kuitenkin eroavaisuuksia, minkä perusteella ne voidaan erotella toisistaan. (Daniel from Colblindor n.d.: 14-15.)

4.3.1 Punaväriheikkous ja –sokeus

Protanomaliassa (*punaheikkous*) henkilöllä on kaikki kolme (*L, M, S*) tappisolutyyppejä verkkokalvolla, mutta L-tappisolut toimivat puutteellisesti. Tällöin kyseessä on poikkeava trikromaattinen punaheikkous. Protanopiassa (*punasokeus*) henkilöllä on vain kaksi tappisolutyyppeä verkkokalvolla (*M & S*), ja L-tappisolut, jotka aistivat punaista aallonpituutta, puuttuvat kokonaan. Tällöin kyseessä on dikromaattinen punaheikkous, koska henkilöllä on vain kaksi toimivaa tappisolutyyppeä kolmen toimivan tappisolutyypin sijaan. (Colblindor n.d.)

Punavikaisella henkilöllä on vaikeus erottaa sininen ja vihreä sekä punainen ja vihreä toisistaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että punavikaisilla henkilöillä on ongelmia punaisen värin lisäksi myös muiden värien kanssa (kuva 5). (Colblindor n.d.)



Kuva 5. Vasemmalla normaali värinäkö, oikealla punavika. (Vo)

4.3.2 Viherväriheikkous ja –sokeus

Vihervika voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin, deuteranomaliaan ja deuteranopiaan. Deuteranomaliassa (*viherheikkous*) henkilöllä on kaikki kolme (*L, M, S*) tappisolutyyppejä verkkokalvolla, mutta M-tappisolut toimivat puutteellisesti. Tällöin on kyseessä poikkeava trikromaattinen viherheikkous. Deuteranopiassa (*vihersokeus*) henkilöllä on vain kaksi tappisolutyyppeä verkkokalvolla (*L & S*), ja M-tappisolut, jotka aistivat vihreää aallonpituutta, puuttuvat kokonaan. Tällöin kyseessä on dikromaattinen viherheikkous, koska henkilöllä on vain kaksi toimivaa tappisolutyyppeä. (Colblindor n.d.)

Kuten punavikaisilla, myös vihervikaisilla henkilöillä on vaikeus erottaa punaisen ja vihreän värin lisäksi myös muita värejä. Vihervikaisen henkilön on vaikea erottaa toisistaan harmaa, purppura ja vihertävän sinisiä värejä sekä vihreän eri värisävyjä (kuva 6). Vihervika on ylivoimaisesti yleisin värinäön heikkouden tyyppi. Tämä punavihersokeuden alatyyppejä esiintyy noin 6 prosentilla miesväestöstä, useimmiten lievimmässä muodossaan eli viherheikkoutena. (Colblindor n.d.)



Kuva 6. Vasemmalla normaali värinäkö, oikealla vihervika. (Vo)

4.4 Sinikeltavika

Sinikeltavika voidaan jaotella sinivikaan ja keltavikaan. Sinivikaiset henkilöt sekoittavat sinisen vihreään ja keltaisen violettiin (kuva 7). Tätäkin vikaa kutsutaan virheellisesti sinikeltasokeudeksi. Osuvampi termi tälle vialle olisi sinivihervika, koska sinikeltavikaiset henkilöt eivät sekoita sinistä ja keltaista väriä toisiinsa. (Colblindor n.d.)

Keltavikaisilla (*tetartan*) henkilöillä on vaikeuksia erottaa sinisen tai keltaisen värin sävyt harmaan sävyistä (National Health Survey 1972: 3). Keltavika ei ole koskaan perinnöllinen, vaan se on aina hankittu väriavika (Two Docs n.d.).

Sinivikaisella henkilöllä S-tappisolutyyppejä toimii viiallisesti ja se voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin, tritanomaliaan ja tritanopiaan. Tritanomaliassa (*siniheikkous*) henkilöllä on kaikki kolme (*L, M, S*) tappisolutyyppejä verkkokalvolla, mutta S-tappisolut toimivat puutteellisesti. Tällöin on kyseessä poikkeava trikromaattinen siniheikkous. Tritanopiassa (*sinisokeus*) henkilöllä on vain kaksi tappisolutyyppejä verkkokalvolla (*L & M*) ja S-tappisolut, jotka aistivat sinistä aallonpituutta, puuttuvat kokonaan. Tällöin kyseessä on

dikromaattinen siniheikkous, koska henkilöllä on vain kaksi toimivaa tappisolutyyppeä. (Colblindor n.d.)



Kuva 7. Vasemmalla normaali värinäkö, oikealla sinivika. (Vo)

Sinivika on erittäin harvinainen värinäön heikkouden tyyppi. Erilaisten tutkimustulosten välillä on hyvinkin paljon vaihtelua, mutta yleisesti voidaan sanoa, että sinivika esiintyy noin yhdellä 10 000 ihmisestä. Sinivika voi olla joko peritty tai hankittu värinäön heikkous. Se ei ole sukupuolisidonnaisesti periytyvä kuten punavihervika. Hankittu sinivika on mahdollisesti korjattavissa, kun taas peritty sinivika ei ole. Hankittu sinivika voi kehittyä esimerkiksi joko nopeasti kovan pään kohdistuneen iskun seurauksena tai hitaasti esimerkiksi iän myötä. (Colblindor n.d.)

Alkoholistien keskuudessa sinivian yleisyys on hiukan korkeampi. Suuret määrät alkoholia johtavat huonoon värien tunnistamiseen koko värispektrissä, ja erityen sinikelta-spektrissä. Myös orgaanisten liuottimien seokset jopa hyvin alhaisilla pitoisuuksilla saattavat heikentää värinäköä. (Colblindor n.d.)

4.5 Monokromaattinen värisokeus

Monokromaattisessa värisokeudessa henkilö pystyy aistimaan vain yhden värin eri sävyjä. Tällöin henkilö pystyy havaitsemaan ainoastaan valon määrän vaihtelua. Monokromaattisessa värinäön heikkoudessa näöntarkkuus laskee useimmiten 0.6 - 0.3 tasolle. Nystagmusta ja häikäistymistä esiintyy useimmiten henkilöillä, joiden näöntarkkuus jää alle 0.3. (Birch 2001: 22.)

Monokromaattista värisokeutta on kahta eri tyyppiä: tyypillinen ja ei tyypillinen. Tyypillisessä eli sauvamonokromaattisessa värisokeudessa henkilöltä puuttuu kaikki tappisolut verkkokalvolta, kun taas ei tyypillisessä eli tappimonokromaattisessa värisokeudessa henkilöllä on vain yksi tappisolutyyppejä verkkokalvolla. Tappimonokromaattisessa värisokeudessa henkilön verkkokalvolla oleva tappisolutyyppejä voi olla joko punainen, vihreä tai sininen ja näistä selkeästi yleisin on sinistä aistiva tappisolutyyppejä. (Birch 2001: 22.)

Tappimonokromaattinen värinäön heikkous on periytyvä X-kromosomissa. Joskus monokromaattinen värinäön heikkous saattaa aiheuttaa hitaasti etenevää makula-alueen rappeumaa, ja iän myötä näöntarkkuus huononee. (Birch 2001: 22.)

4.6 Akromatopsia

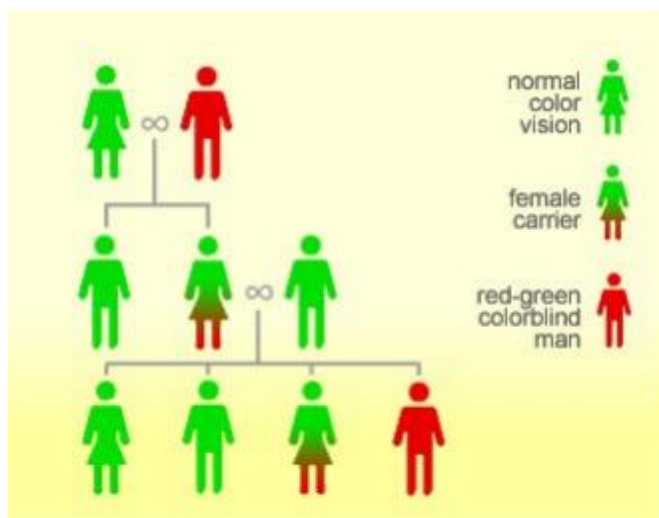
Akromatopsia eli täydellinen värisokeus on useimmiten perinnöllinen ja sitä esiintyy vain noin kolmella ihmisellä sadastatuhannesta. Perinnöllisessä akromatopsiassa kaikki tappisolut puuttuvat verkkokalvolta kokonaan, jolloin käytössä ovat vain sauvasolut. Tappisolutyyppejä puuttuessa henkilön näöntarkkuus on noin 0.1 ja tällöin hän kärsii usein häikäistymisestä sekä nystagmuksesta. (Pasternack 2008.)

Akromatopsia voi olla myös hankittu esimerkiksi tulehduksen, alkoholimyrkytyksen tai näköhermossa olevan sairauden seurauksena (Sairaudet n.d.). Tämän lisäksi akromatopsia voi johtua myös näköaivokuoren puutteellisesta toiminnasta. Näissä tapauksissa verkkokalvolla olevat tappisolut toimivat moitteettomasti, jolloin se ei vaikuta näöntarkkuuteen alentavasti. Näköinformaatio kulkee näköaivokuorelle normaalisti, mutta aivot eivät pysty tulkitsemaan värejä. Tästä johtuen henkilö aistii vain harmaan eri sävyjä. (Vision & Aging Lab n.d.)

4.7 Perinnöllisyys

Synnyynnäistä punavihervikaa esiintyy noin 8 prosentilla miehistä ja 0.4 - 0.5 prosentilla naisista, joka käytännössä tarkoittaa sitä, että noin 1 jokaisesta 12 miehestä ja 1 jokaisesta 200 naisesta kärsii jonkintasoisesta punaviherviasta. (Birch 2001: 30.)

Punavihervika periytyy X-kromosomissa sijaitsevan resessiivisen geenin kautta. Mikäli miehellä on väriavika ja naisella normaali värinäkö, heidän jälkeläisillään voi olla neljä mahdollista X- ja Y-kromosomin kombinaatiota. Kromosomiparit muodostuvat sattumalta. Tytöt, joiden isällä on väriavika, perivät isänsä X-kromosomin, ja he ovat tällöin heterotsygoottisia väriavian kantajia. Pojat, joiden isällä on väriavika ja äidillä normaali värinäkö, perivät yhden X-kromosomin äidiltä, jolloin heillä on normaali värinäkö. Naisen ollessa heterotsygoottinen väriavian kantaja ja miehen ollessa normaali värinäköinen, puolet heidän pojistaan tulee olemaan väriavikaisia ja puolet heidän tyttäristään heterotsygoottisia väriavian kantajia, koska näiden jälkeläisillä on 50 prosentin mahdollisuus periä heidän äitinsä poikkeava X-kromosomi. Tyttö perii väriavian ainoastaan silloin, kun molemmilla vanhemmilla on poikkeava X-kromosomi. (Birch 2001: 32.)



Kuva 8. Punavihervian periytyvyys. (<http://www.color-blindness.com/wp-content/documents/Color-Blind-Essentials.pdf>)

Synnyynnäinen sinivika on erittäin harvinainen ja se periytyy autosomaalisesti hallitsevana piirteenä. Hallitseva piirre esiintyy heterotsygooteissa ja vaikuttaa 50 prosenttiin jälkeläisistä. (Birch 2001: 34; Saari 2011: 72.) Perinnöllinen akromatopsia eli täydellinen värisokeus on erittäin harvinainen ja se periytyy vain jos molemmat vanhemmat ovat kantajia (Windsor R. - Windsor L. n.d.).

4.8 Värinäköön vaikuttavat sairaudet

Synnynnäisten värivikojen lisäksi esiintyy hankittuja värivikoja, jotka ilmaantuvat elämän aikana. Erilaiset silmäsairaudet voivat aiheuttaa hankitun värivian (ks. taulukko 1.). Värivikoja voi mahdollisesti esiintyä myös lääkkeiden sivuvaikutuksena. (Mäntyjärvi ym. 2008.) Hankitun värivian voimakkuus voi muuttua ajan myötä, ja silmien välillä voi olla eroavaisuuksia. Värinäkö muuttuu tapauskohtaisesti eritavalla, eivätkä muutokset aina muistuta mitään tiettyä värivikaa, jolloin hankittu värivika on hankala luokitella. Näöntarkkuus voi olla myös alentunut, ja värivika on usein sitä vahvempi mitä heikompi näöntarkkuus on. Värinäkö saattaa olla muuttunut vain osassa verkkokalvoa, jolloin värivika voi ilmetä vain tietyssä osaa näkökenttää. (Birch 2001: 120-124.)

Sairaudet	Huom!
1. Silmäkuopan tulehdus	Heikentää värinäköä
2. Diabetes - makulopatia	Heikentää värinäköä ja vaikeuttaa nähdä harmaan eri sävyjä
3. Diabetes - retinopatia	Sinikeltavika
4. Kaihi	Lievä sinikeltavika
5. Silmänpohjan ikärappeuma	Muutoksia värinäössä, useimmiten sinikeltavika. Väriviat tulevat näkyviin visuksen heikentyessä 0.5 tasolle
6. Glaukooma	Sinikeltavika ja vaikeus erottaa punaista vihreästä
7. Retinitis pigmentosa	Pidemmälle edenneenä aiheuttaa vahvaa sinikeltavikaa
8. Verkkokalvon keskeisen alueen muutokset	Makulan alueen muutokset aiheuttavat punavihervikaa ja makulan ympärillä olevat muutokset sinikeltavikaa
9. Verkkokalvon periferisen alueen muutokset	Sinikeltavika
10. Central serous chorioretinopathy	Ensioireena sinikeltavika, joka vahvistuu taudin edetessä
11. Näköratojen viat	Heikentävät värien erotuskykyä

Taulukko 1.

1. Holopainen ym. 2011. 2. Rönnermaa - Summanen 2016. 3. Birch 2001 s 121.

4. <http://www.color-blindness.com/tritanopia-blue-yellow-color-blindness/>.

5. - 10. Birch 2001 s119-124. 11. Rudanko 2007.

5 Värinäköttestit

Värivikoja voidaan todeta värinäköttestien avulla (Värinäköttesti n.d.). Värinäköttestejä tehdään usein ammatinvalintaa varten, mutta se olisi hyvä tehdä aina, kun epäillään värivikaa. Testit tulisi suorittaa päivänvalossa tai sitä vastaavassa valaistuksessa. (Lea-Test n.d.) Päivänvaloa vastaava värilämpötila on noin 6500 K (DiCosola 1995).

5.1 Anomaloskopia

Anomaloskoopia pidetään tarkimpana tapana todeta värivika. Muihin värinäkötesteihin verrattuna anomaloskoopin käyttö vaatii tutkijalta enemmän osaamista. (Benjamin – Borish 2006: 326.) Sen avulla voidaan määrittellä punavihervian tyyppi ja sen vahvuus. Anomaloskoopissa on kaksi eri valonlähdettä. Toinen valonlähteistä on keltainen, ja sen kirkkautta voidaan säätää. Toinen valonlähde on sekoitus punaisesta ja vihreästä valosta, joiden avulla voidaan tehdä punaisen ja vihreän värin sekoituksia eli keltaisen eri sävyjä. Tutkittavan tulee keltaisen valon kirkkautta säätämällä yrittää saada molemmat valonlähteet saman sävyisiksi. (Williams 1915.)

Normaalin värinäön omaava henkilö ei pysty näkemään kahta valonlähdettä saman sävyisenä, vaikka säätäisikin keltaisen valon kirkkautta. Punavihervikainen henkilö pystyy säätämään keltaisen valon kirkkautta niin, että valonlähteet näyttävät saman sävyisiltä. Punavikaiset voidaan erottaa vihervikaisista siten, että he säätävät kirkkaudet eri kohtiin, jotta näkisivät valonlähteet samanlaisina. (Williams 1915.)

Anomaloskoopista on olemassa toinen versio, jonka avulla voidaan todeta myös sini-keltaviat. Keltainen valonlähde on korvattu turkoosilla valolla, ja punainen ja vihreä valo on korvattu violetilla ja sini-vihreällä valolla. (Fulton 2009.)

5.2 Pseudoisokromaattiset testit

Pseudoisokromaattiset testit ovat nopeita ja helppoja suorittaa tutkittavalle ja ovat yleisimmin käytettyjä värinäköttestejä. Suurin osa testeistä on suunniteltu havaitsemaan punavihervikaa, mutta myös sinikeltavikaa havaitsevia testejä on olemassa. Osa testeistä myös määrittelee värvian vahvuuden. Pseudoisokromaattiset testikuviot perustuvat värivikaisten kyvyttömyyteen erottaa eri värejä toisistaan. Taulut koostuvat pienis-

tä erikokoisista ympyröistä jotka muodostavat taustan ja sen sisällä olevan kuvion. Ympyröiden luminanssi keskenään on sama koko taulussa. Eri taulujen värit ja niiden kirkkaudet suunnitellaan sen mukaan, mitä värivikaa tai sen vahvuutta halutaan selvittää. Kontrasti taulun ja sen sisällä olevan kuvion välillä pitää olla oikea. Jos kontrastiero on suuri, voi värivikainen henkilö erottaa vain kontrastieron avulla kuvion, vaikka värit muuten näyttäisivät samalta. Jos kontrastiero on liian pieni, voi normaalin värinäön omaavalla henkilöllä olla hankaluuksia erottaa kuvio. (Benjamin – Borish 2006: 314 - 316.)

Pseudoisokromaattiset taulut voidaan jakaa neljään eri tyyppiin: muunnostaulut (*transformation plates*), häviävät taulut (*vanishing plates*), piilokuvio-aulut (*hidden-digit plates*) ja diagnostiset taulut (*diagnostic plates*). Muunnostauluissa normaalin värinäön omaava näkee eri kuvion kuin värivikainen. Häviävissä tauluissa normaalin värinäön omaava näkee kuvion, mutta värivikainen ei pysty sitä erottamaan. Piilokuvio-auluissa normaalin värinäön omaava ei erota kuviota, kun taas värivikainen erottaa sen. Viimeisissä diagnostisissa tauluissa tietty värivikainen ei pysty erottamaan kuviota. (Benjamin – Borish 2006: 314 - 316.)

5.2.1 Ishihara

Ishiharalan testi on hyvin laajassa käytössä, ja siitä löytyy kolme erilaista versiota: 16, 24 ja 38 taulun testi. Testi on nopea tapa huomata erilaiset punaviherviat, mutta se ei sovellu sinikeltavikojen toteamiseen. (Ishihara 2011: 1.)

Ishiharalan testin taulut tulee asettaa paikkaan, jossa valaistus vastaisi mahdollisimman paljon päivänvaloa eli värilämpötilaa 6500 K, tällöin taulujen värit esiintyisivät mahdollisimman tasaisina. Mikäli käytössä on vain keinovalo, se tulee asettaa niin, että säästytään varjostuksilta. Taulut asetetaan 75 cm etäisyydelle tutkittavasta siten, että taulut ovat kohtisuorassa tutkittavan näköakselin kanssa. (Ishihara 2011: 3.)

Testin tekeminen

Tässä luvussa käsittelemme tarkemmin 38 taulun testiä ja sen suorittamista tutkittavalle. Säännöt pätevät muihinkin Ishiharalan versioihin, vain taulujen määrät vaihtelevat.

Ensimmäiset taulut 1 - 25 sisältävät numeroita, joiden tunnistamiseen saa kuluttaa aikaa korkeintaan kolme sekuntia. Seuraavissa tauluissa 26 - 38 tutkittavan pitää seurata kahden X:n välissä olevaa polkua siveltimen avulla, tämä tulee suorittaa alle 10 sekunnissa. Aina ei ole tarpeellista suorittaa kaikkia testin tauluja, vaan määrää voidaan karsia kuuteen tauluun, mikä pätee myös muissa versioissa. Ensimmäinen taulu näytetään aina, loput lajitellaan ryhmiin, ja niistä jokaisesta tulee valita yksi taulu. Ryhmät ovat: 2 - 5, 6 - 9, 10 - 13, 14 - 17 ja 18 - 21. (Ishihara 2011: 3, 4.) 58 sivu

Tulokset ja tulkinta

Asiakkaan vastauksia tulee verrata tulostaulukon vastauksiin (liite 1, sivu 10), josta näkee, mikä värivika voi olla kyseessä. Ensimmäisessä taulussa henkilöt, jotka omaavat normaalin värinäön tai minkä tahansa väriä, näkevät numeron 12. Tauluissa 2 - 9 normaalin värinäön omaavat näkevät eri numerot kuin henkilöt, joilla on punavihervika, ja täysin värisokeat eivät erota mitään numeroita. Tauluissa 10 - 17 normaalilla värinäöllä pystyy erottamaan numerot, mutta punavihervikaiset eivät erota numeroita ollenkaan tai erottavat ne väärin. Tauluissa 18 - 21 normaalin värinäön omaava ei erota mitään, kun taas suurin osa värikkäisistä erottaa numeroita. (Ishihara 2011: 4,5.)

Taulujen 22 - 25 avulla voidaan erottaa punaviherheikkoudet punavihersokeudesta. Normaalilla värinäöllä voidaan erottaa kaksinumeroinen luku jokaisesta taulusta. Punasokea ja vahvasti punaheikko erottavat vain jälkimmäisen numeron. Lievästi punaheikko erottaa molemmat numerot, mutta jälkimmäinen numeroista on selkeästi selvempi. Vihersokea ja vahvasti viherheikko erottaa vain ensimmäisen numeron. Lievästi viherheikko erottaa molemmat, mutta ensimmäinen on selkeämpi. Tauluissa 26 ja 27 normaali värinäköinen näkee punaisen ja violetin polun mitä seurata. Punasokea ja vahvasti punaheikko näkee pelkästään violetin polun, ja lievästi punaheikko näkee molemmat, mutta violettia on helpompi seurata. Vihersokea ja vahvasti viherheikko näkee vain punaisen polun, kun lievästi viherheikko näkee molemmat, mutta punaista on helpompi seurata. (Ishihara 2011: 5,6.)

Tauluissa 28 ja 29 punaviherheikkouden omaavat pystyvät seuraamaan polkua kahden X:n välissä, mutta useimmat normaalin värinäön tai täysin värisokeuden omaavat eivät polkua näe. Tauluissa 30 ja 31 normaali värinäköinen seuraa vihreää polkua, kun taas punavihervikaiset eivät näe polkua ollenkaan, tai se poikkeaa oikeasta. Tauluissa 32 ja 33 normaali värinäköinen seuraa oranssia polkua, kun punavihervikaiset eivät erota

polkua tai se poikkeaa oikeasta. Tauluissa 34 ja 35 normaali värinäkö yhdistää siniset ja vihreät viivat yhtenäiseksi poluksi. Punaviherheikot yhdistävät siniset viivat violetteihin, kun taas täysin värisokeat eivät erota polkua lainkaan. Tauluissa 36 ja 37 normaali värinäkö yhdistää violetit ja oranssit viivat poluksi. Punavihervikaiset yhdistävät violetit ja turkoosit viivat poluksi, ja värisokeat eivät erota polkua ollenkaan. Taulussa 38 kaikki pystyvät erottamaan polun. (Ishihara 2011: 6,7.)

Mikäli tauluista 1 - 21 vähintään 17 tulkittiin oikein, todetaan henkilöllä olevan normaali värinäkö. Jos 13 tai vähemmän tulkittiin oikein, värinäkö luokitellaan vajavaiseksi. Tulokset tulkitaan epänormaaliksi jos tutkittava näkee numeroita tauluissa 18 - 21 ja erottaa ne vielä paremmin kuin tauluissa 10, 13, 14 ja 17. Jos esitettävien taulujen määrä oli rajattu vain kuuteen kappaleeseen, on tutkittavan saatava kaikki oikein, jotta värinäkö voidaan luokitella normaaliksi. Jos yhdessäkään taulussa oli ongelmia, on syytä tutkittavalle näyttää koko taulusarja uudelleen. (Ishihara 2011: 7,8.)

5.2.2 H.R.R. Pseudoisokromaattiset taulut

H.R.R. -testistä on neljä eri painosta, joista vain viimeistä, neljättä painosta, suositellaan käytettäväksi. (Benjamin – Borish 2006: 317.) Testi tulee suorittaa tasaisessa valaistuksessa, jotta testitauluihin ei synny varjostumia tai kirkkauseroja. Valon tulisi vastata mahdollisimman paljon päivänvaloa joka on värisävyltään 6500 K. (Bailey – Neitz 2002: 3.)

H.R.R. -testin avulla voidaan seuloa ja luokitella punaviherviat, sinikeltaviat sekä niiden vahvuudet. Testisivut koostuvat isosta neliöstä, jonka sisällä voidaan nähdä ympyrä, kolmio tai x. Ensimmäiset taulut 1 - 4 ovat esimerkkitauluja, joiden kuviot näkevät normaalin värinäön omaavat sekä kaikki värikkäiset. Tauluissa 1 ja 2 on kaksi kuviota, taulussa 3 on yksi ja taulussa 4 ei ole lainkaan. Näiden avulla tutkittavalle voidaan näyttää ja kertoa, mitä testissä tulee tehdä. (Bailey – Neitz 2002: 1.)

Testin tekeminen

Tutkittavalta kysytään jokaisen taulun kohdalla ensin, kuinka monta kuviota hän näkee, mitä kuviot ovat ja missä ne sijaitsevat. Tutkittavalle tulee kertoa, että kuviot voivat sijaita missä tahansa neliön kulmassa. Samalla voidaan kertoa, että kaikki tulevat taulut tulevat esimerkkitaulujen mukaisesti sisältämään kaksi, yksi tai ei yhtään kuviota, ja

jotkut niistä ovat vaikeampia erottaa kuin toiset. Tutkittavan tulee vastata nopeasti ilman epäröintiä kaikkiin kolmeen kysymykseen oikein, jotta vastaus hyväksytään. Kun tutkittava on kertonut, mitä kuvioita hän näkee esimerkkitauluissa, pyydetään häntä näyttämään pienen sudin avulla kuvion muotoa. Muissa tauluissa sudilla tulisi osoittaa ja kertoa sanallisesti, missä kohtaa kuviot sijaitsevat. Sudilla ei saa koskettaa muita kuin esimerkkitauluja. (Bailey – Neitz 2002: 1.)

Tulokset ja tulkinta

Testitauluja 1 - 4 ei pisteytetä. Taulujen 5 - 10 kohdalla alkaa pisteytys. Testikirja sisältää sivun, jossa on taulukko (liite 1, sivu 6), johon voidaan merkitä oikeinmerkki, kun asiakas näkee taulun oikein. Näin on helpompi seurata tutkimusta. Taulusta saa pisteen, jos asiakas vastaa kaikkiin kolmeen kysymykseen oikein. Jos näihin kaikkiin tauluihin on vastattu oikein, todetaan henkilöllä olevan normaali värinäkö, eikä enempää tauluja tarvitse näyttää. (Bailey – Neitz 2002: 1.)

Taulujen 5 - 10 avulla määritellään, mikä värivika on kyseessä ja taulujen 11 - 24 avulla määritetään värivian voimakkuus ja tarkemmin, minkä tappisolutyypin aiheuttama värivika on. Jos taulut 5 tai 6 eivät näy oikein, tutkittavalla todetaan sinikeltavika ja hänelle esitetään seuraavaksi taulut 21 - 24. Mikäli mikä tahansa tauluista 7 - 10 meni väärin, todetaan henkilölle punavihervika, ja seuraavaksi hänelle näytetään taulut 11 - 20. Jos molemmista ryhmistä meni yksikin taulu väärin, tulee tutkittavalle esittää kaikki kirjan loput testitaulut. Tauluissa 11 - 24 tulee merkitä erikseen, näkeekö tutkittava vain toisen kuvion, vai näkeekö hän molemmat kuviot. Kirjassa olevassa taulukossa on valmiiksi näille kuvioille omat sarakkeensa, jossa kuvion viereen tulee laittaa oikeinmerkki, jos se on nähty. Kukin sarake edustaa tiettyä värivikaa. (Bailey – Neitz 2002: 1.)

Kun värinäkötesti on suoritettu, tulee kunkin sarakkeen oikeinmerkit laskea yhteen ja merkitä sarakkeen loppuun. Henkilö todetaan punavikaiseksi, jos punavikaa edustavassa sarakkeessa on enemmän oikeinmerkkejä kuin vihervikaa edustavassa. Mikäli vihervikaa edustavassa sarakkeessa on enemmän oikeinmerkkejä, henkilö todetaan vihervikaiseksi. Henkilö todetaan sinivikaiseksi, jos sinivikaa edustavassa sarakkeessa on enemmän oikeinmerkkejä kuin keltavikaa edustavassa. Jos taas keltavikaa edustavassa sarakkeessa on enemmän oikeinmerkkejä, henkilö todetaan keltavikaiseksi. (Bailey – Neitz 2002: 1,2.)

Joissakin tapauksissa väriheikkous voi olla niin lievä, että tutkittava näkee väärin jokin tauluista 5 - 10, mutta hän näkee kaikki loput taulut oikein. Tällöin tutkittavalle tulee näyttää uudestaan taulut 5 - 10 kääntämällä kirja esimerkiksi ylösalaisin, jolloin kuviot sijaitsevat eri kohdassa sivua. Jos molemmissa sarakkeissa on yhtä paljon oikeinmerkkejä, värivika jää luokittelemattomaksi. Jos virheitä tapahtuu läpi koko testin sekä punavihervikaan ja sinikeltavikaan liittyen, voidaan arvella henkilön olevan värisokea. Tällöin henkilölle tulisi suorittaa muita värinäkötestejä joilla varmistetaan värisokeus. (Bailey – Neitz 2002: 2.)

Väri viat luokitellaan tämän testin mukaan lieväksi, keskivahvaksi tai vahvaksi. Jos punaviherheikkoudessa viimeinen virhe ilmenee joko ryhmässä 7 - 10 tai 11 - 15 eikä ryhmässä 16 - 20 ole virheitä, heikkous on lievä. Jos viimeinen virhe on ryhmässä 16 - 18 eikä tauluissa 19 - 20 ole virheitä, heikkous on keskivahva. Jos virheitä esiintyy tauluissa 19 - 20, heikkous on vahva. Sinikeltaheikkoudessa heikkous on lievä, jos viimeinen virhe tapahtuu tauluissa 5 - 6 ja tauluissa 21 - 24 ei ole virheitä. Heikkous on keskivahva, jos viimeinen virhe on tauluissa 21 - 22 eikä virheitä esiinny tauluissa 23 - 24. Heikkous on vahva, jos virheitä tapahtuu tauluissa 23 - 24. (Bailey – Neitz 2002: 2,3.)

5.2.3 Tritan Album

Tritan Album -värinäkötesti on suunniteltu tunnistamaan sinikeltaviat. Testi ei sovellu muiden värikojen toteamiseen. Tritan Album sisältää kuusi taulua, jotka on numeroitua nollasta viiteen. Jokaisessa taulussa on iso harmaa neliö, joka sisältää yhden pienemmän värillisen neliön jossakin ison neliön nurkassa. Tutkittavan tehtävänä on kertoa, missä kulmassa pieni neliö sijaitsee; vaihtoehtoina ovat ylhäällä, alhaalla, oikealla tai vasemmalla. (Lanthony 1985.)

Testin tekeminen

Ensimmäisen taulun (nro 0) iso harmaa neliö sisältää oranssin pienen neliön, jonka näkee sekä normaalin värinäön omaava sekä sinikeltavikainen. Taulut numero 1 - 5 sisältävät pienen violetin neliön. Pidemmälle mentäessä violetti neliö on yhä vaikeampi nähdä, ja taulussa numero 5 on tavallista, että normaalin värinäön omaavan on vaikea erottaa neliö. (Lanthony 1985.) Neliöiden oikeat sijainnit on lueteltu liitteessä 1, sivulla 12.

Tulokset ja tulkinta

Tulos pisteytetään sen mukaan, mikä oli viimeiseksi nähdyn taulun numero. Jos ensimmäistä taulua ei nähdä (nro 0), on pisteytystä mahdoton tehdä. Vähimmäispistemääränä on siis 0/5 ja enimmäismääränä 5/5. Mitä pienempi pistemäärä testistä tulee, sitä voimakkaampi värivika henkilöllä on. Jos vain viimeinen taulu jäi erottamatta, on värinäkö syytä tutkia myös muilla testeillä tuloksen varmistamiseksi. (Lanthony 1985.)

5.3 Nappulatestit

Järjestelytesteissä tutkittavan tulee järjestää eri värejä peräkkäin jonoon sävyn, kylläisyyden, kirkkauden tai samankaltaisuuden mukaan. Ensimmäinen tällainen testi oli Holmgren Wool Test, jossa pitää lankojen avulla yhdistää kolme eri yhdistelmää. Nykyään näissä testeissä käytetään nappuloita, joiden toisella puolella on väripigmentti ja toisella puolella järjestysnumero, joka kuvastaa sen oikean paikan jonossa. Nappulatestit ovat hyvä tapa todeta väriasiat sekä niiden vahvuus. (Benjamin – Borish 2006: 314 - 319.) Testit voidaan suorittaa binokulaarisesti tai monokulaarisesti. Testin tekijän tulee päättää, halutaanko testi suorittaa erikseen molemmille silmille. Nappulatestit eroavat pseudoisokromaattisista testeistä siten, että ne tutkivat henkilön kykyä erottaa eri värisävyjä toisistaan. (Farnsworth n.d.) Internetistä löytyy sivustoja, jonka avulla pystytään tulkitsemaan nappulatesteistä tulleet tulokset nopeasti ja vaivattomasti. Sivustoon täytyy syöttää vain nappuloiden järjestys, ja tietokone hoitaa loput. Tämän voi tehdä esimerkiksi sivustolla www.torok.info/colorvision/.

5.3.1 The Farnsworth-Munsell 100-Hue Test

FM 100-Hue -testi on tarkka testi arvioimaan värisävyjen erotuskykyä, ja sitä käytetään paljon. Testi on hyödyllinen, kun halutaan seurata värinäön muutoksia ja vertailla värinäköä silmien välillä. Nappuloiden värit ovat Munsellin värejä, ja niissä on värisävyeroja, jotka tutkittavan tulee huomata. Jokaisessa napissa värien kylläisyys ja valoisuusaste on sama. Ennen testi on sisältänyt 100 nappulaa, mutta niistä poistettiin 15, jotta testistä saataisiin yhdenmukaisempi. (Benjamin – Borish 2006: 219.) Testi sisältää nykyään 85 siirrettävää nappulaa, jotka ovat jaettu neljään eri laatikkoon eli paneeliin. Nappuloiden pohjasta löytyy numerot 1 - 85, jotka kertovat nappulan oikean paikan paneelilla. Näiden 85 nappulan lisäksi jokaisen paneelin molemmissa päissä on val-

miiksi kiinteät nappulat oikeilla paikoillaan, ne antavat lähtökohdan testille. Nappuloita tulisi käsitellä niin, että ei kosketeta nappulan päällä olevaan väripigmenttiin, jotta ei aiheuteta värien likaantumista. (Farnsworth 1957: 2.)

Testin tekeminen

Tutkijan tulee ennen testin aloittamista järjestää irrotettavat nappulat sekalaiseen järjestykseen pöydälle, ennen kuin tutkittavalle näytetään testi. Tutkittavalle annetaan yksi paneeli kerrallaan. Paneelien esittämisjärjestyksellä ei ole merkitystä tutkimuksen kannalta. Tutkittavaa pyydetään valitsemaan nappula, joka on sävyltään mahdollisimman lähellä kiinteän nappulan sävyä ja asettaa se sen viereen, ja sitten valita toinen nappula, joka on mahdollisimman lähellä äsken valittua, ja asettaa se sen viereen ja niin edelleen. Tutkittavalle kerrotaan, että yhden paneelin tekemiseen tulisi kulua noin kaksi minuuttia, mutta muistutetaan, että tarkkuus on tärkeämpää kuin nopeus. Tutkittavalle ilmoitetaan kun kaksi minuuttia on kulunut, mutta annetaan hänen suorittaa paneeli valmiiksi. Tutkijan tulisi kirjata ylös, kuinka paljon aikaa kesti suorittaa mikäkin paneeli. Tästä voi olla myöhemmin apua testituloksien analysoimisessa. (Farnsworth 1957: 3.) Testiä suorittaessa ei suositella käytettävän sanaa väri, vaan sanaa sävy, koska värisana saattaa hämmentää osan tutkittavista (Benjamin – Borish 2006: 319 - 320). Testi tulisi suorittaa kahteen kertaan tuloksen varmistamiseksi (Farnsworth 1957: 3).

Testin tulokset kirjataan polaarikoordinaatistoon (liite 1, sivu 21), johon merkitään syntyneet virheet. Valmiista täyttökaavakkeesta löytyy tyhjä polaarikoordinaatisto sekä lueteltuna järjestyksessä numerot 1 - 85, jotka kuvastavat nappuloiden oikeaa järjestystä. Ensimmäiseksi merkataan kaavakkeeseen nappuloiden järjestys, jonka tutkittava on saanut kaavakkeessa lueteltujen järjestysnumeroiden kohdalle. Kaavakkeessa olevan oikean järjestyksen yläpuolelle merkitään asiakkaan saama järjestys käyttämällä nappuloiden pohjassa löytyviä numeroita. Esimerkiksi jos nappulan numero 6 paikalla onkin numero 8, niin kaavakkeessa olevan numeron 6 yli vedetään viiva ja sen yläpuolelle merkitään numero 8. Jos nappula sijaitsee oikeassa paikassa, vedetään kaavakkeessa vastaavan nappulan numeron yläpuolelle viiva. (Farnsworth 1957: 3.)

Tulokset

Kun kaikki paneelit on suoritettu ja niiden saatu järjestys kirjattu kaavakkeeseen, aletaan täyttää polaarikoordinaatistoa ja laskea jokaisen nappulan oma virhearvo, joka kuvastaa, kuinka väärässä paikassa nappula on. Koordinaatiston sisimmällä renkaalla on nappuloiden järjestystä vastaavat numerot 1 - 85, ja jokaiselta numerolta lähtee oma pystyviivansa. Ympyrältä lähtevät pystyviivat kuvaavat saadun virhearvon määrää. Koordinaatistossa oleva sisin ympyrä, jossa ovat numerot 1 - 85, kuvaa myös virhearvoa 2, joka on pienin mahdollinen saatu arvo. Ulompana olevat ympyrät kuvaavat omaa arvoansa ja uloin ympyrä kuvaa arvoa 14, joka on maksimi virhearvo, jonka koordinaatistoon voi piirtää. Jokaisen nappulan omaan pystyviivaan merkataan pisteellä saatu virhearvo sen ympyrän kohdalle, joka kuvastaa saatua virhearvoa. (Farnsworth 1957: 3.)

Virhearvo saadaan nappulan alla löytyvää numeroa vertaamalla sen vasemmalla ja oikealla puolella olevien nappuloiden numeroihin. Saatu järjestys on merkattu jo kaavakkeeseen, joten virhearvon laskeminen on nopeampaa, kun ei tarvitse enää paneelilta katsoa nappula kerrallaan. Seuraavaksi tulee siis laskea erotus nappulan ja vasemmalla puolella olevan nappulan numeron kanssa, ja sen jälkeen nappulan ja sen oikealla puolella olevan nappulan numeron kanssa. Nämä kaksi saatua tulosta lasketaan yhteen, ja saatu arvo on nappulan virhearvo. Esimerkiksi järjestyksen ollessa 4, 5, 8, saadaan nappulan 5 virhearvoksi $(5 - 4) + (5 - 8) = 1 + (-)3 = 4$. Tällöin polaarikoordinaatiston numeron 5 sarakkeeseen laitetaan piste nelosen kohdalle. Näin nappula kerrallaan lasketaan saatu virhearvo ja merkataan se koordinaatistoon. Jos virhearvoksi saadaan 2, se tarkoittaa, että nappula on oikeassa kohdassa. (Farnsworth 1957: 3.)

Kun kaikki nappulat on käyty läpi ja koordinaatiston jokaiselle sarakkeelle on merkattu piste, yhdistetään pisteet toisiinsa kynällä vetämällä. Koordinaatistoon muodostuu kuvio, jonka avulla voidaan tulkita mikä värivika on kyseessä. Lopullinen koko testin virhearvo saadaan laskemalla yhteen jokaisen nappulan oma virhearvo, jotka ovat merkattu koordinaatistoon. Jokaisen nappulan omasta virhearvosta vähennetään 2 ennen yhteenlaskua ($3 \rightarrow 1$). (Farnsworth 1957: 3.)

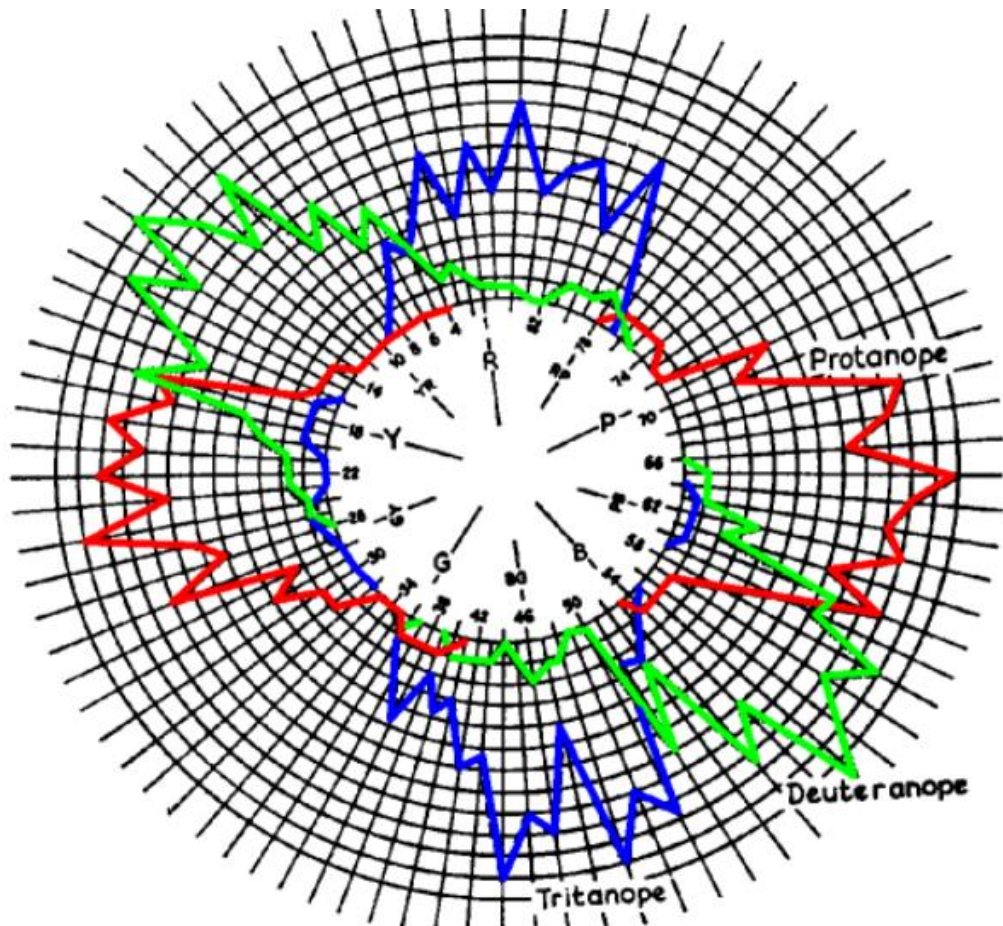
Uusintatesti voidaan suorittaa halutessa, ja erityisesti se on silloin kannattavaa, jos tutkittava on kokematon käyttämään testiä ja halutaan tarkempi diagnoosi, tai jos saatu kuvio koordinaatistossa on epäselvä tai se ei ole tyypillinen. (Farnsworth 1957: 3) Nor-

maalin värinäön omaavat henkilöt tekevät myös virheitä, mutta niiden virhearvot eivät ole suuria ja ne esiintyvät satunnaisesti eri kohdissa. Nykyään joissakin testeissä on olemassa automaattinen kirjausmenetelmä, jolla nappulat voidaan viivakoodien avulla lukea koneelle. Tällöin tietokone tekee tarvittavat laskelmat ja piirtää polaarikoordinaatiston. (Benjamin – Borish 2006: 320, 321.)

Tulkinta

Kun koordinaatistoon on saatu piirrettyä testistä syntynyt kuvio, on sitä mahdollista tulkita eri tavoin, riippuen siitä, mitä tietoa siitä halutaan saada. Tulos sijoittuu johonkin neljästä eri ryhmästä: erinomainen erotuskyky, keskiverto erotuskyky, alhainen erotuskyky ja värinäkövika. 16 % prosenttia väestöstä sijoittuu erinomaisen erotuskyvyn omaaviin, jolloin lopulliseksi virhearvoksi jää 0 - 16. Keskvieron erotuskyvyn omaaviin sijoittuvat henkilöt, joiden lopullinen virhearvo on 20 - 100. Noin 68 % ihmisistä sijoittuu tähän ryhmään. Jos virhearvo ylittää 100, todetaan tutkittava värivikaiseksi tai hänen erotuskyky alhaiseksi. Alhaisen erotuskyvyn omaavat henkilöt erottaa siitä, että heidän saamansa kuvio ei viittaa mihinkään värivikaan kertovaan kuvioon, eikä muilla testeillä (kuten pseudoisokromaattisilla testeillä) saada värivikaan viittaavia tuloksia. On myös mahdollista, että henkilö, jolla on normaali värinäkö, saa suuremman virhearvon kun henkilö, jolla on värivika. Tämä johtuu siitä, että testi testaa henkilön kykyä erottaa värisävyjä, ja joillakin sävyjen erotuskyky voi olla heikko, vaikka värinäkö olisikin normaali. Värivikaisella henkilöllä voi puolestaan olla erittäin hyvä värisävyjen erotuskyky. (Farnsworth 1957: 4.)

Jos kuviossa nähdään kaksi vuorimaista ulkonevaa kohtaa, jotka ovat suurin piirtein toisiaan vastapäätä, todetaan tutkittavalla värinäön heikkous tai -sokeus. Se, missä kohtaa koordinaatistoa kyseiset huiput esiintyvät, kertovat, mistä väriviasta on kyse. Jos kuvio muodostaa korkean vuoren, on värivika voimakas. Mikäli vuori on ennemminkin matala vuori ja lopullinen virhearvo on alhaisempi, on värinäön heikkous keskivaikea. Lievän värinäön heikkouden omaavat, joilla on hyvä värisävyjen erotuskyky, voivat saada tästä testistä normaalituloksen, eikä heidän kuvioissaan havaita minkäänlaista vuorta tai matalaa vuorta. (Farnsworth 1957: 4.)



Kuva 9. Esimerkkikuvio siitä, mihin eri värvikojen huiput voivat asettua.
(<https://foundationsofvision.stanford.edu/chapter-4-wavelength-encoding/>)

Koordinaatistoon syntyneiden huippujen avulla voidaan tulkita mihin värvikaan tulos viittaa. Vuoren huippua tulee verrata sen kohdalla olevien sisäympyrän numeroihin. Jokaisella värvialla huippu sijoittuu eri numeroiden kohdalle. Punavikaisella huippu sijoittuu numeroiden 62 – 70, vihervikaisella 56 – 61 ja sinivikaisella 46 – 52 välille. Testi tulisi aina suorittaa vähintään kahdesti, jotta saadaan varma tulos värvikaasta. Molempien testikertojen huiput tulee sijoittua samojen numeroiden väliin, jotta värvika voidaan todeta. Jos värinäön heikkous on lievä, eivät välttämättä huiput osu minkään värvian kohdalle, vaikka testi suoritettaisiin montakin kertaa. (Farnsworth 1957: 4.)

Lyhenteet kaaviossa:

R=RED
 RP=RED-PURPLE
 P=PURPLE
 PB=PURPLE-BLUE
 B=BLUE
 BG=BLUE-GREEN
 G=GREEN
 GY=GREEN-YELLOW
 Y=YELLOW
 YR=YELLOW-RED

Lisäksi koordinaatistoon saadusta kuviosta saadaan selville, minkä värien sävyerotuskyky on paras ja minkä heikoin. Sisimmäisen ympyrän sisällä on lyhenteinä merkittynä, mitkä kohdat vastaavat mitään väriä. Jos kuviossa syntynyt huippu syntyy esimerkiksi

keltaista vastaavan kohdan päälle, voidaan tulkita, että keltaisten sävyjen erotuskyky on heikko. Jos virheitä ei synny ollenkaan esimerkiksi punaviolettia vastaavaan kohtaan, todetaan niiden sävyjen erotuskyvyn olevan hyvä. (Farnsworth 1957: 4.)

5.3.2 Farnsworth Panel D-15

D-15 testi on suunniteltu erottelemaan vaikeasti tai keskivaikeasti värivikaiset henkilöt normaalin värinäön tai lievän väriheikkouden omaavista henkilöistä. Testi on muokattu 100-Hue –testistä ja se sisältää paneelin, jossa aloitusnappula on määrätty ja antaa lähtökohdan testin tekemiseen. Testissä on 15 muuta nappulaa, jotka tutkittavan tulee sijoittaa paneelille. Jokaisessa nappulassa on väripigmentti, ja pohjassa on värinumero, joka kertoo nappulan oikean paikan paneelilla. Nappuloihin ei tulisi koskea paljain sormin, joten on suositeltua käyttää suojahanskoja. Näin vältetään likaamasta nappuloita. Testi tulisi suorittaa mustalla taustalla, jolloin minimoidaan taustan vaikutus nappuloiden sävyyn. Testi tulisi suorittaa 50 cm päässä tutkittavasta. (Farnsworth D15 and Lanthony Test Instructions 05/06: 1.)

Testin tekeminen

Tutkijan tulee asettaa aloitusnappula paikoilleen ennen testin aloittamista. Tutkittavan tehtävänä on asettaa aloitusnappulan viereen nappula, jonka väri on hänen mielestään lähimpänä aloitusnappulan väriä. Siitä eteenpäin aina seuraava nappula, jonka väri on lähinnä edellistä nappulaa. Testin suorittamiseen tulisi kulua noin kaksi minuuttia, mutta tutkittavalle annetaan aikaa testin suorittamiseen niin kauan kuin se vaatii. (Farnsworth 05/06: 2.)

Tulokset ja tulkinta

Testin tuloksen tulkitsemiseen käytetään kuviota, joka on valmiiksi tehtynä tähän testiin tarkoitettussa kaaviossa. Jokaisen nappulan numero on järjestetty ympyrän tapaiseen kuvioon. Numeroiden vieressä on piste, joita tulee yhdistellä sitä mukaan, miten tutkittava on nappulat paneelille järjestänyt. Aloitusnappulalla on oma piste kuviossa, josta lähdetään liikkeelle. Pisteestä lähdetään vetämään viivaa sen nappulan numeroon, jonka tutkittava on asettanut aloitusnappulan viereen. Viivojen piirtämistä jatketaan näin jokaisen nappulan kohdalla siinä järjestyksessä, miten tutkittava on ne asettanut paneelille. (Farnsworth 05/06: 3).

Kun kaikki nappulat on käyty läpi, pisteiden kautta vedetty viiva muodostaa kuvion. Kuvion avulla tulkitaan testin tulosta. Kaikkien nappuloiden ollessa oikeassa järjestyksessä viivan tulisi muodostaa ympyrän kaltainen kuvio. (Farnsworth 05/06: 3). Jos tutkittava on tehnyt vain yhden virheen, jossa vierekkäiset nappulat ovat menneet väärinpäin, voi tuloksen tulkita normaaliksi. Mikäli virheitä on enemmän kuin yksi tai nappula on vaihtanut paikkaa muualle kuin viereiseen kohtaan, sitä ei lasketa enää normaaliksi värinäöksi. Esimerkiksi järjestyksen ollessa 1, 2, 5, 3, 4, 6, 7, on nappula numero 5 liikkunut kolme paikkaa verrattuna siihen, missä sen kuuluisi olla. Tällöin tulos ei ole normaali. (Benjamin - Borish 2006: 324.)

Testi ei ole herkkä lievästi väriheikoille henkilöille, joten he voivat saada normaalin tuloksen testistä. Nappuloiden ollessa väärässä järjestyksessä kaavakkeeseen ilmestyy siksak-kuvioita, jolloin tutkittavalla on vaikea tai keskivaikea värivika. Kuviossa olevien siksak-viivojen suuntien avulla pystytään selvittämään, mikä värivika on kyseessä. Valmiiseen kuviopohjaan on piirretty katkoviivoilla suunnat, miten mikäkin värivika ilmenee tuloksessa. Näin voidaan verrata syntyneitä viivoja pohjalla olevien viivojen kanssa ja katsoa, minkä suuntaisesti ne menevät. Keskivaikean ja vaikean värivian tuloserona pidetään sitä, että vaikeassa viassa tulee kuvioon 10 poikkeamaa. (Farnsworth 05/06: 5).

Farnsworthin testistä on olemassa myös desaturoitu versio, *Lanthony's desaturated test*, joka on haastavampi. Testissä nappuloiden väripigmentit sisältävät samat sävyt kuin D-15 testi, mutta niiden kylläisyys on vähäisempi, eli nappulan värit näyttävät haaleilta pastellinväreiltä. Testin tarkoituksena on havaita myös lievät väriheikkoudet, jotka saattavat jäädä huomaamatta standardissa D-15 testissä. Desaturoitua testiä voidaan tehdä itsenäisesti tai standardin D-15 testin kanssa. Jos standardi D-15 testissä ei tullut virheitä, voidaan tehdä desaturoitu D-15 testi. Kahden eri testin tuloksia voidaan verrata keskenään. On suositeltavaa, että aloitetaan helpommasta testistä. Desaturoidun testin tulokset voidaan merkata samaan kuvioon kuin standardin testin tulokset. (Lanthony, P. n.d.)

6 Oppaan tuottaminen verkkomateriaalina

Verkkomateriaalin tuottaminen lähtee liikkeelle suunnittelusta. Verkkomateriaalia tehdessä on tärkeä tehdä itselle selväksi, mitä ollaan toteuttamassa ja miksi sekä mitä halutaan materiaalin käyttäjien oppivan julkaisusta. Seuraavaksi aletaan rakentaa sisältöä, jonka jälkeen suunnitellaan verkkomateriaalin rakenne. (Tuononen 2003.)

Tekstin tulisi olla helposti ymmärrettävää kohderyhmälle. Oikeinkirjoitus tulisi tarkistaa kirjoitusvirheiden välttämiseksi. Teksti tulisi suunnitella selkeästi niin, että se olisi pilkottu tarpeeksi pieniin osiin. Taustan ja tekstin välinen kontrasti tulisi olla hyvä, jotta otetaan huomioon henkilöt, joilla näöntarkkuus on selvästi alentunut. Fonttikokoa valitessa suositellaan käytettäväksi suhteellista fonttikokoa, jossa valitaan fontin koko prosentteina. Jos kuitenkin halutaan asettaa kiinteä fonttikoko, tulisi sen olla vähintään 12. (Opetushallitus 2003.) Kirjasimet jaetaan päätteellisiin (serif) ja päätteettömiin (sans-serif) kirjaimiin. Päätteelliset kirjaimet sisältävät ns. jalan, jonka päällä ne seisovat. Päätteettömissä kirjasimissa ei ole paksuuseroja, vaan kirjaimet koostuvat tasapaksuista pylväistä ja ympyröistä. (Juselius 2013.)

Hypertekstien käyttäminen tekstin tukena nopeuttaa viitteiden tai linkkien seuraamista. Hypertekstin avulla käyttäjä voi seurata tekstiin upotettuja linkkejä klikkaamalla niitä. (Tuononen 2003.) Tekstissä tulisi ottaa huomioon kohderyhmän tietämys ja osaaminen. Materiaalissa käytetty tieto ei saa olla vääristettyä ja lähteet pitää ilmoittaa, eikä saa käyttää aineistoa, joka rikkoo tekijänoikeuksia tai tietosuojaa. (Opetushallitus 2005.)

Verkkomateriaalista tulee käydä ilmi, mitä asioita käyttäjä voi oppia, mille kohderyhmälle se on tarkoitettu ja millaista osaamista se vaatii (Opetushallitus 2005). Johdannossa olisi hyvä myös perustella, miksi asia on tärkeä. Julkaisussa olisi hyvä yllättää käyttäjä esimerkiksi kysymyksien avulla. Näin saadaan kiinnitettyä käyttäjän huomio oleellisiin asioihin. (Tuononen 2003.)

Verkkomateriaalin ulkoasu tulee olla selkeä, jolloin itse ulkoasu ei vie huomiota materiaalin sisällöstä. Visuaalisen ilmeen avulla pystytään tuomaan esille tai painottamaan haluttuja tietoja. Värien avulla on helppo korostaa tärkeitä kohtia. Värien lisäksi pitäisi kuitenkin käyttää muitakin tapoja ilmaista olennainen tieto, jotta esimerkiksi värikkäiset pystyvät myös ymmärtämään, mitä halutaan korostaa. Jos materiaalissa käytetään

kuvia, tulisi kuvien olla korkealaatuisia. Verkkomateriaalista kannattaa pyytää vertaisarviointi, jonka avulla saadaan tehtyä viimeistelyt ennen julkaisua. (Opetushallitus 2005.)

Mikäli verkkomateriaali on tarkoitettu tulostettavaksi, sen pitäisi olla sujuvaa. Käyttäjän tulisi pystyä tulostamaan koko materiaali tai vain osa siitä. Tekstin tulisi olla tarpeeksi isoa, jotta se olisi helposti luettavissa A4 kokoiselta paperilta. (Opetushallitus 2005.)

7 Issuu oppaan julkaisualustana

Issuu on pilvipalvelu, jonne kuka vain voi tehdä verkkojulkaisuja ja selailla muiden julkaisemia materiaaleja. Issuu -sivusto on englanninkielinen, ja sen perustoiminnot, kuten julkaisujen lataaminen ja niiden tulostaminen, ovat ilmaisia kaikille. Issuun kautta on myös mahdollista ladata julkaisuja omalle koneelle. Lisätoimintoja on mahdollista saada maksullisen version kautta. (Akava 2013.)

Issuussa on mahdollista luoda oma käyttäjätunnus, jonka voi halutessaan yhdistää Facebook-, Google+ tai LinkedIn-tunnukseen. Käyttäjätunnuksen avulla voi jakaa julkaisuja sähköpostin tai edellä mainittujen sosiaalisen median sovelluksien avulla. Halutessa voi laittaa seurantaan tietyn julkaisijan, jolloin aina sisäänkirjautuessa näkee hänen uusimmat julkaisut. Käyttäjä voi myös järjestää luettuja julkaisuja pinoihin tai luokkiin omalla käyttäjätunnuksella. Myös julkaisijalla on mahdollisuus järjestää omat julkaisunsa pinoihin. Issuu ehdottaa julkaisuja luettavaksi sen mukaan, mitä julkaisuja on aiemmin lukenut. (Akava 2013.)

Valitsimme Issuu-palvelun oppaamme julkaisualustaksi, koska koimme sen olevan nykyaikainen tapa saada opas verkkojulkaisuna kaikkien saataville. Opettajat ovat kehuneet palvelua, ja sitä kautta saimme idean käyttää palvelinta. Palvelu on kaiken lisäksi ilmainen, ja julkaisujen linkkiä on helppo jakaa eteenpäin sosiaalisen median avulla. Mahdollisuus linkittää Issuun käyttäjätunnus sosiaalisen median palveluihin kuten Facebookiin mahdollistaa julkaisujen jakamisen tuttavien tai alan ammattilaisten kanssa vaivattomasti. Issuun avulla opas on myös helposti tulostettavissa esimerkiksi optikkoliikkeeseen.

8 Opinnäytetyön eteneminen

Opinnäytetyömme sai alkunsa syksyllä 2014. Idea värinäkötestien oppaasta syntyi, kun näöntutkimusharjoituksissa tuli vastaan meille ensimmäinen punavihervikainen tutkittava. Olimme aikaisempien opintojen aikana käyneet teoriassa värvikoja sekä näöntutkimusharjoituksissa olimme käyttäneet muutamia eri värinäkötestejä. Oikean värvikaisen tutkittavan kohdalla huomasimme, että tietotaitomme oli hyvin pintapuolista testitulosien analysoimisessa sekä tulkitsemisessä. Opinnäytetyömme tarkoituksena on helpottaa optikoiden ja optometristiopiskelijoiden työtä värvikaisen tutkittavan kohdalla, kokoamalla käytetyimpien testien käyttöohjeet sekä niiden tulkintatavat yksien kansien sisään.

Valmiin opinnäytetyösuunnitelman esittelimme seminaarissa keväällä 2015. Seminaarissa saimme rakentavaa palautetta työstämme, joiden avulla rajasimme opinnäytetyömme sisällön. Aloitimme kirjoittamaan opinnäytetyömme teoriaosuutta heti seminaarin jälkeen, kun saimme vahvistuksen ohjaajiltamme työmme sisällöstä. Syksyllä 2015 toisessa seminaarissa esittelimme teoriaosuuttamme ja saimme hyviä ideoita miten jatkaa eteenpäin. Tämän jälkeen aloimme työstämään itse opasta.

Aikataulumme oli suunniteltu niin, että teoriaosuus kirjoitetaan ensin, jonka jälkeen alamme työstämään itse värinäkötestien opasta. Tämä perustui siihen, että teoriaosuutta kirjoittaessa meidän ymmärrys värinäöstä ja sen toiminnasta lisääntyisi, jolloin värinäkötestien ja niiden tuloksien ymmärtäminen olisi antoisampaa. Teoriaosuuden sekä oppaan valmistuttua testasimme oppaamme toimivuutta optometristiopiskelijoilla. Testauksen jälkeen annoimme testiryhmälle kyselykaavakkeen (liite 2) koskien oppaan toimivuutta. Kyselykaavakkeessa oli sekä monivalinta- että avoimia kysymyksiä joihin opiskelija vastasi. Korjasimme opasta saatujen palautteiden perusteella.

8.1 Opinnäytetyön teoriaosuuden rajaus

Toiminnallisessa opinnäytetyössä tärkein osuus on käytännöntoteutus (opas), joten teoriaosuuden ei odoteta olevan varsinaisen laaja. Halusimme kirjata teoriaosuuteemme tarkasti tärkeimmät tiedot värinäöstä ja testeistä, joilla värviat saadaan tutkittua. Pohjustimme teoriaosuutta kertomalla silmän anatomiasta ja värien näkemisestä. Näin

lukija ymmärrää paremmin väri viat ja mistä ne johtuvat. Alku on lyhyt ja ytimekäs info-paketti myös heille, jotka eivät silmän toimintaa tunne niin hyvin.

Teoriaosuudessa väri viat ovat selitetty tarkasti, jotta opasta käyttävä henkilö voi tarkistaa tietonsa sieltä. Oppaaseen kirjatut testit ovat kerrottu vielä tarkemmin teoriaosuudessa, koska oppaasta oli tarkoitus tehdä pelkästään testien suorittamiseen liittyvä, lyhyt ja ytimekäs tietopaketti.

Saimme seminaareissa hyviä ideoita, mitä voisimme teoriaosuuteen vielä lisätä. Emme kuitenkaan kaikkia ideoita voineet ottaa huomioon, koska muuten teoriaosuus olisi paisunut liian suureksi. Seminaarissa esitettiin idea, että työssä voitaisiin kertoa, mitä väri vikoja erilaiset sairaudet voivat aiheuttaa. Olimme sitä mieltä, että idea oli hyvä, ja lisäsimme teoriaosuuteen mielestämme tärkeimmät sairaudet väri vikojen osalta. Teimme näistä taulukon, joka lisättiin myös oppaaseen, jotta optikko voisi tarvittaessa tarkastaa mitä väri vikaa mikäkin sairaus voi aiheuttaa.

8.2 Oppaan tuottaminen

Halusimme valikoida oppaaseen yleisimmät testit. Tiedustelimme mitä testejä löytyy koulultamme ja etsimme internetistä tietoa erilaisista testeistä mitä nykypäivänä käytetään. Karsimme heti pois testit, jotka tehtiin netissä. Halusimme valita erilaisia testejä, jotta opas olisi mahdollisimman monipuolinen.

Ishihara on laajasti tunnettu testi, jota käytetään paljon punavihervian todentamiseen, ja siksi halusimme saada sen oppaaseemme. Ishiharasta on olemassa kolme eri versiota. Päädyimme kertomaan 38 taulun testistä, koska ohjeistus on kaikissa sama, vain taulujen määrä vaihtelevat. H.R.R. testin avulla pystytään todentamaan kaikki väri näköviat ja niiden vahvuudet. Koimme H.R.R. testin olevan kattava ja hyvä testi oppaaseen. Tritan Album on suunniteltu todentamaan pelkästään sinikeltavikaa, joten testinä se olisi erilainen ja hyvä lisä oppaaseen. Halusimme oppaaseen myös nappulatestejä ja niistä valikoitui 100-Hue Test ja Fansworth Panel D-15. Nappulatestien avulla pystytään tutkimaan värisävyjen erotuskykyä ja havaitsemaan mitkä sävyt tuottavat eniten hankaluuksia.

Aloitimme perehtymällä erikseen jokaiseen testiin ja opettelimme niiden käyttöohjeet. Kirjoitimme jokaisesta testistä oman teoriaosuuden opinnäytetyöhömmä, joista tiivis-

timme tekstin opasta varten. Pyrimme saamaan oppaan tekstistä mahdollisimman selkeän ja tiiviin, jotta se olisi mahdollisimman helppo ja nopea ymmärtää. Halusimme sisällyttää oppaaseen missä olosuhteissa testi tulisi tehdä, miten testi suoritetaan ja miten saatuja tuloksia tulkitaan.

Testien ohjeiden lisäksi työstimme oppaaseen johdannon, jossa kerromme oppaan tarkoituksesta ja mitä se sisältää. Lähdimme luonnostelevaan sisällysluetteloa ja miettimään, missä järjestyksessä haluamme esitellä testit. Alunperin ideana oli sisällyttää oppaaseen pelkästään testien ohjeet, mutta opinnäytetyön ohjaajilta saimme idean lisätä erilaisia tietolaatikoita. Niiden avulla saamme tuotua oppaaseen omaa ammattitaitoamme paremmin esille.

Tavoitteenamme oli tehdä selkeä ja helposti käytettävä opas. Oppaan ulkoasun tulisi olla houkutteleva, jolloin lukija kiinnostuisi itse oppaasta ja sen käytöstä. Sen tulisi olla selkeä, jotta sitä voidaan käyttää helposti ja nopeasti jokapäiväisessä työssä. Opas on tarkoitettu pääasiassa optikoille tai optometristiopiskelijoille, joille ammattisanasto on tuttua. Olemme silti pyrkineet selittämään, mitä vaikeat ammatilliset sanat tarkoittavat.

Ensimmäisellä sivulla on johdanto, jonka tarkoituksena on avata oppaan sisältöä. Tekstissä on myös kerrottu, mitä testejä oppaaseen on otettu ja miksi ne ovat siinä järjestyksessä. Sisällysluettelo on pyritty tekemään helppolukuiseksi, jotta siitä voi pelkällä silmäilyllä löytää tarvittavan kohdan. Oppaan rakenne on pyritty tekemään mahdollisimman helposti käytettäväksi: jokainen testi alkaa uudelta sivulta välilehden jälkeen. Välilehdet helpottavat myös siten, mikäli lukija haluaa tulostaa vain tietyn osan tai testin oppaasta. Väliotsikot tekstissä auttavat löytämään tarvittavan kohdan nopeasti ja värikkäät laatikot antavat joko testiin tai värinäköön liittyvää tietoa.

Oppaan fontiksi valitsimme Calibrin sekä tietoiskulaatikoiden ja otsikoiden fontiksi Tahoman. Nämä fontit ovat päätteettömiä, jolloin teksti on mielestämme selkeämpää ja siten helppolukuista. Fonttikoko on tekstissä 13 ja laatikoissa 12. Otsikoiden ja väliotsikoiden fonttikoko vaihtelee 13 - 48 välillä. Valitsimme oppaaseen normaalia suuremman fontin sen takia, että vaikka oppaan tulostaisi A5-kokoiseksi lehtiöksi, teksti näkyisi vielä hyvin ja se olisi helppolukuista.

Värimaailma oppaassa on sellainen, että tulostuksen jälkeen sitä on helppo lukea ja värit eivät ole häiritseviä edes mustavalkoversiossa. Oppaan laatikoiden värit ovat valit-

tu näkyvyyden mukaan: oranssi väri on lähellä silmän herkintä aallonpituutta, jolloin väri näkyy selkeästi. Sinisten laatikoiden väri on valittu siksi, että se on oranssin vastaväri ja näin sopii oppaan värimaailmaan hyvin. Kaikki oppaan kuvat ovat opinnäyte-työntekijöiden ottamia ja muokkaamia. Taulukot on skannattu värinäkötestien ohjekirjoista.

9 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda suomenkielinen ja helppokäyttöinen värinäkötestien opas, joka on yksien kansien välissä. Opas on ensisijaisesti tarkoitettu optometristiopiskelijoille, mutta sitä voi käyttää myös työssä olevat optikot sekä muut terveydenhuollon ammattilaiset. Halusimme koota oppaaseen meidän mielestä tarpeelliset testit, kuinka niitä tehdään ja miten niitä tulkitaan. Testeistä löytyy jo englanninkieliset ohjeet, mutta koimme ne vaikealukuisiksi sekä epäselviksi. Tämän takia päätimme tehdä suomenkielisen oppaan, jota on helpompi ymmärtää. Värinäkötesteistä ei myöskään ole aikaisemmin tehty opinnäytetyötä.

Opinnäytetyön myötä saimme syvällistä tietoa värvioista sekä -testeistä. Esimerkiksi aikaisempi mielikuva oli, että millä tahansa testillä pystyy testaamaan kaikkia värvikoja. Opimme myös opinnäytetyön ohella ammattisanastoa värinäöstä sekä ymmärtämään paremmin, mitä eroa väriheikkoudella ja –sokeudella on ja mitä se verkkokalvotasolla tarkoittaa. Lisäksi verkkojulkaisuun liittyvät tärkeät ja huomioon otettavat asiat tulivat tutuiksi. Osaamisemme Wordin käytössä myös parantui.

Koemme, että oppaasta on opiskelijoille hyötyä kursseilla, joilla käydään läpi värinäköä ja -testejä. Opas on myös hyvä lisä näöntarkastustiloihin. Työelämässä opasta ei välttämättä tulla käyttämään usein, mutta se on hyvä apu tarvittaessa. Koemme, että oppaasta voisi olla apua muille terveydenhuollon ammattilaisille, mutta emme kuitenkaan ole varmoja kuinka opas saataisiin heidän tietoisuuteen. Olisimme voineet opinnäytetyön alkuvaiheessa hankkia heistä työelämän yhteistyökumppaneita, jolloin opinnäytetyömme olisi saanut uudenlaista näkökulmaa sekä näkyvyyttä muilla aloilla.

Julkaisimme oppaan Issuussa, koska halusimme, että se on helposti jokaisen saatavilla ja luettavissa. Issuun kautta henkilö voi myös ladata oppaan ja tulostaa sen tarvittaessa. Issuu on ilmainen pilvipalvelu verkkomateriaalien jakamisessa ja opettajamme ovat kehuneet sitä hyväksi julkaisualustaksi.

Alusta asti oli selkeää, että teemme oppaan värinäkötesteistä, mutta opinnäytetyön teoriaosuuden sisältö muokkautui matkan varrella. Mielestämme saimme rajattua työn aihealueen hyvin, vaikka koimme aluksi sen vaikeaksi. Aluksi työstä meinasikin tulla liian laaja, mutta seminaareissa käydessämme saimme hyviä ideoita, mitä aiheita voisi

lisätä ja mitä poistaa. Erityisen haasteelliseksi koimme ymmärtää tieteellistä englanninkielistä tekstiä, jolla ohjekirjat sekä suurin osa lähteistä olivat kirjoitettu.

Mielestämme onnistuimme hyvin aiheen rajauksessa ja opinnäytetyömme rungossa. Onnistuimme hyvin taulukon avulla tuomaan esille, mitkä eri sairaudet vaikuttavat värinäköön. Taulukko on lyhyt ja ytimekäs tietopaketti, jota on helppo tulkita. Saimme tiivistettyä testien teoriaosuuden hyvin oppaaseen ja mielestämme siitä tuli selkeä ja helposti luettava. Olemme erityisen tyytyväisiä oppaan visuaaliseen ilmeeseen. Oppaaseen ottamamme kuvat ovat onnistuneita ja ne antavat hyvää tukea tekstille. Ohjaavilta opettajiltamme saadut vinkit tehdä tietolaatikkoja teki oppaastamme persoonallisemman ja onnistuimme niiden teossa hyvin. Tietolaatikot oppaassa tuovat esiin asiantuntijuuttamme ja ne auttavat oppaan käyttäjää ymmärtämään värinäköä paremmin. Koimme, että työskentely tämän työryhmän kanssa oli helppoa ja hauskaa, koska tunsimme toistemme työskentelytavat jo entuudestaan. Työnjako ja aikataulutus olivat kaikille osapuolille selkeitä. Kaikki tekivät oman osuutensa sovituissa aikatauluissa ja työ eteni suunnitelman mukaan.

Olisi ollut hyvä tietää, kuinka suuri tarve tällaiselle oppaalle oikeassa työelämässä on. Olisimme voineet tehdä kyselyn jo työssä oleville optikoille, jonka perusteella testit oppaaseen olisi valittu. Jos olisimme aloittaneet tekemään opinnäytetyötä aikaisemmin, olisi jäänyt aikaa testata opasta vielä useammalla henkilöllä ja saada heidän mielipiteensä sen sisällöstä. Olisi myös ollut mielenkiintoista testata värinäköttestejä oikeasti värivikaisilla henkilöillä ja vertailla eri testien tuloksia keskenään. Mielestämme työstä olisi kuitenkin tullut liian laaja, jos olisimme sisällyttäneet testien testauksen työhömmö.

Jatkotutkimusehdotuksena on testata eri värinäköttestejä joiden tuloksia verrattaisiin keskenään. Työssä voisi tutkia sitä, onko testien tuloksissa eroavaisuuksia ja kuinka luotettavia testit ovat. Lisäksi siinä voisi ottaa huomioon, kuinka paljon valon väri ja määrä vaikuttaa testien tuloksiin. Myös erilaisten nettitestien luotettavuutta voisi mitata ja verrata niiden tuloksia konkreettisiin värinäkötesteihin. Olisi myös mielenkiintoista tietää, kuinka vahvasti värivika periytyy ja onko värivika yhtä voimakas perheenjäsenten välillä.

Lähteet

Akava 2013. Miten käytän Issuu-julkaisuja? Verkkodokumentti. <http://www.akava.fi/uutishuone/ajankohtaiset/tietoa_verkkopalvelusta/miten_kaytan_is_suu-julkaisuja> Luettu 2.3.2016.

Bailey, J.E - Neitz Jay 2002. Instructions to the Examiner. H.R.R. Pseudoisochromatis Plates. Fourth Edition. Richmond Products.

Benjamin, William J. - Borish, Irvin M. 2006. Borish's clinical refraction. Second edition. St. Louis. Butterworth-Heinemann.

Birch, Jennifer 2001. Diagnosis of Defective Colour Vision. Second edition. Butterworth Heinemann.

Colblindor. Protanopia - Red-Green Color Blindness. Verkkodokumentti. <<http://www.color-blindness.com/protanopia-red-green-color-blindness/>> Luettu 10.3.2016.

Colblindor. Tritanopia - Blue-Yellow Color Blindness. Verkkodokumentti. <<http://www.color-blindness.com/tritanopia-blue-yellow-color-blindness/>>

Daniel from Colblindor. Color Blind Essentials. [e-kirja] <http://www.color-blindness.com/wp-content/documents/Color-Blind-Essentials.pdf>. Luettu 10.3.2016.

DiCosola, Michael 1995. Understanding Illuminants. X-Rite. Verkkodokumentti. <<https://www.xrite.com/documents/apps/public/whitepapers/Ca00002a.pdf>> Luettu 20.3.2016

Farnsworth, Dean 1957. The Farnsworth-Munsell 100-Hue Test for the examination of Color Discrimination. Macbeths, A Division of Kollmorgen Corp.

Farnsworth D15 and Lanthony Test Instructions 05/06. Richmond Products Inc.

Fulton, James T. 2009. Detailed interpretation of the nagel anomaloscope. Neuron-research. Verkkodokumentti. <http://neuronresearch.net/vision/files/newnagel.htm> Luettu 8.3.2016.

Holopainen, Juha – Immonen, Ilkka – Laatikainen, Leila 2011. Silmäkuopan tulehdukset. Duodecim Oppikirjat. Verkkodokumentti. <http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dtk/oppi/koti?p_artikkeli=isa03008&p_haku=v%C3%A4rin%C3%A4k%C3%B6>. Luettu 29.2.2016.

Ilmatieteen laitos, 2004. Valo ja spektri – Sähkömagneettinen säteily. Verkkodokumentti. <<http://www.geo.fmi.fi/oppimateriaali/envisat/valonsade/spektri.html>>. Luettu 26.2.2016.

Ishihara, Shinobu 2011. The Series of Plates Designed as a Test for Colour-Deficiency. 38 Plates Edition. Kanehara & Co.,Ltd.

Joutsu, Jaakko – Slavov, Matias, 2015. Newton Isaac – Optiikka. Filosofia.fi. Verkkodokumentti. <<http://filosofia.fi/node/7124#Optiikka>>. Luettu 13.2.2016.

Juselius, Ulrika 2004. Typografia – Asettelusta ja fonttien valinnasta. Verkkodokumentti. <<http://www.phpoint.fi/ulrikaj/www/typo.htm>>. Luettu 10.3.2016

Kivelä, Tero 2011. Silmän rakenne ja toiminta. Teoksessa Saari, K. M. (toim). Silmätautioppi. 6. painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.

Lanthon, P. 1985. Album Tritan. Luneau Ophtalmologie Paris.

Lanthon, P. n.d. Lanthon's Desaturated 15 Hue Test. Luneau Ophtalmologie France.

Letonsaari Mika, n.d. Sähkömagneettisen säteilyn spektri. Otavan opisto. Verkkodokumentti. <http://opinnot.internetix.fi/fi/muikku2materiaalit/lukio/fy/fy3/4_valo/402?C:D=iS3j.iPjy&m:selres=iS3j.iPjy>. Luettu 13.2.2016

Luento 5, 2003. Näkeminen. Foto Hut, opetusluento. Verkkodokumentti. <foto.hut.fi/opetus/350/k03/luento5/luento5.html>. Luettu 9.3.2016.

Lumme, R. – Leinonen, R. – Leino, M. – Falenius, M. – Sundqvist, L 2006. Monimuotoinen/Toiminnallinen opinnäytetyö. Virtuaali AMK-verkosto. Verkkodokumentti. <<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030906/1113558655385/1154602577913/1154670359399/1154756862024.html>>. Luettu 9.3.2016.

Liz Segre 2.2014. Human Eye Anatomy – Parts of the Eye. All About vision. Verkkodokumentti. <<http://www.allaboutvision.com/resources/anatomy.htm>>. Luettu 7.3.2016

Marjo Salminen 5.6.2015. Silmä. Terveysportti. Verkkodokumentti. <http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dtk/oppi/avaa?p_artikkeli=kbi00084&p_haku=n%C3%A4k%C3%B6>. Luettu 9.3.2016

Mintaka, 2000-2016. How To See Faint Things in the Night Sky. One-Minute Astronomer. Verkkodokumentti. <<http://oneminuteastronomer.com/astro-course-day-5/>>. Luettu 10.3.2016.

Mäntyjärvi, Maija – Päällysaho, Juha – Sainio, Markku 2008. Värinäkö. Terveysportti. Verkkodokumentti. <http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dtk/tyt/koti?p_artikkeli=tsk00122&p_haku=v%C3%A4rin%C3%A4k%C3%B6> Luettu 29.2.2016.

National Health Survey 1972. Color Vision Deficiencies in Children. Rockville, Md. 3. Verkkodokumentti. <http://www.cdc.gov/nchs/data/series/sr_11/sr11_118.pdf>

Opetushallitus 2005. Verkko-oppimateriaalin laatuksiteerit. Edita Prima Oy. Verkkodokumentti. <http://www.oph.fi/download/47132_verkko-oppimateriaalin_laatuksiteerit.pdf> Luettu 10.3.2016.

Pantone, n.d. How Do We See Color? Pantone. Verkkodokumentti. <<https://www.pantone.com/how-do-we-see-color>>. Luettu 13.2.2016.

Pasternack, Iris 2008. Akromatopsikko näkee kaikki harmaan sävyt. Duodecim. Työterveyslääkäri. Verkkodokumentti.

<http://www.ebm-guide-lines.com/dtk/ltk/avaa?p_artikkeli=t100516&p_haku=ty%F6terveysl%E4%E4k%E4ri>
Luettu 13.2.2016

Purves, D. - Augustine. GJ. – Fitzpatrick, D. 2001. Functional Specialization of the Rod and Cone Systems. NCBI. Verkkodokumentti.
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10850/>>. Luettu 27.2.2016.

Rod and Cones, n.d. Hyperphysics. Verkkodokumentti.
<<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/rodcone.html>>. Luettu 20.10.2015

Roivas, Marianne 2015. Ohjeen tai oppaan kirjoittaminen. Luentomateriaali. PDF-tiedosto. Metropolian ammattikorkeakoulu.

Rudanko, Sirkka-Liisa 2007. Silmätaudit. Terveysportti. Verkkodokumentti.
http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dtk/tyt/koti?p_artikkeli=tmk00047&p_haku=v%C3%A4rin%C3%A4k%C3%B6 Luettu 29.2.2016.

Rönnemaa, Tapani – Summanen, Paula 2016. Taustaretinopatia. Terveysportti. Verkkodokumentti.
<http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dtk/pit/koti?p_artikkeli=dbs01703&p_haku=v%C3%A4rin%C3%A4k%C3%B6> Luettu 29.2.2016.

Saari, K. Matti – Mäntyjärvi, Maija – Summanen, Paula – Nummelin, Kari 2011. Silmän tutkiminen. Teoksessa Saari, K. M. (toim). Silmätautioppi. 6. painos. Helsinki: Kandi-daattikustannus Oy.

Sairaudet. Akromatopsia - värisokeus - puna-vihersokeus. Verkkodokumentti.
<<http://www.sairaudet.org/akromatopsia-varisokeus-puna-vihersokeus>> Luettu 10.3.2016.

Salminen, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? – Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Verkkodokumentti, PDF-tiedosto.
<http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf>. Luettu 9.3.2016

Sand, Olav – Sjaastad, Oystein V. – Haug, Egil – Bjålie, Jan G. – Toverud, Kari C. 2012. Ihminen – Fysiologia ja anatomia. 8.-9. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Summanen, Paula 2013. Makuladegeneraatio (silmänpohjan ikärappeuma). Terveysportti. Verkkodokumentti.

<http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00968&p_haku=v%C3%A4rin%C3%A4k%C3%B6>. Luettu 29.2.2016.

Tohtori n.d. Värisokeus. Lääkärikirja. Verkkodokumentti.

<<http://www.tohtori.fi/?page=4069997&search=v%C3%A4risokeus>> Luettu 10.3.2016.

Tuononen, Kari 2003. Oppimateriaalin tuottamisen periaatteet. Opetusteknologiakeskus. Verkkomateriaali.

<https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjR5p3EmrbLAhUmAZoKHXCkCv4QFggyMAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.helsinki.fi%2F~ktuonone%2Foppimateriaali%2Fmatskut%2Foppimateriaalit_johdan-to.ppt&usg=AFQjCNFF5hHO9ekzSbtcoZlvoNx1OT6kQg&sig2=DLIzDjzG4GlowGar9Xl jgw&bvm=bv.116573086,d.bGs> Luettu 10.3.2016

Two Docs. Classification of Congenital Color Variations. Color Vision Test. Verkkodokumentti. <<http://www.twodocs.com/classification.htm>> Luettu 10.3.2016.

Vilka, Hanna – Airaksinen, Tiina 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino.

Vision & Aging Lab. Cerebral Achromatopsia. University of calgary. Verkkodokumentti.

<<http://psych.ucalgary.ca/PACE/VA-Lab/Brian/acquired.htm>> Luettu 10.3.2016.

Välimäki, Juha – Mattila, Jukka 2013. Kaihi (katarakta). Terveysportti. Verkkodokumentti.

<http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00962&p_haku=kaihi> Luettu 8.3.2016.

Väriäkötesti n.d. Terveystalo. Verkkodokumentti.
<https://www.terveystalo.com/fi/Palvelut/Silmataudit-ja-leikkaukset/Silmalaboratoriotutkimukset/Varinakotesti/> Luettu 20.3.2016

Williams, Charles H. 1915. Nagel's Anomaloscope for Testing Color-Vision. Transactions of the American Ophthalmological Society. Verkkodokumentti.
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1318029/?page=1>> Luettu 8.3.2016.

Windsor, Laura K. - Windsor, Richard L. Achromatopsia. Low Vision. Verkkodokumentti.
<http://www.lowvision.org/achromatopsia_and_color_blindnes.htm> Luettu 10.3.2016.

OPAS VÄRINÄKÖTESTIEN TEKEMISEEN JA TULKINTAAN



VÄRINÄKÖTESTIEN OPAS

Tämä opas on tarkoitettu optometristiopiskelijoille, optikoille ja muille terveydenhuollon ammattilaisille, jotka käyttävät värinäkötestejä työelämässä. Tässä oppaassa on esitetty viisi erilaista värinäköön liittyvää testiä. Oppaassa on kerrottu tarkasti, kuinka testit tehdään asiakkaalle, mitä vastaukset kertoo asiakkaan värinäöstä ja kuinka testien vastauksia tulisi tulkita. Viimeiselle sivulle on kirjattu sairauksia, jotka voivat aiheuttaa värinäköön ongelmia.

Oppaan kolme ensimmäistä testiä on pseudoisokromaattisia testejä ja kaksi viimeistä nappulatestejä.

H.R.R. -testin avulla saadaan selville kaikki värinäköviat sekä niiden voimakkuudet.

Ishihara -testi luokittelee vain punaviherviat.

Tritan Album -testi luokittelee vain sinikeltaviat.

Kummallakin nappulatestillä (**Farnsworth Panel D-15** ja **100-Hue Test**) luokitellaan värinäköviat ja värinäkövikojen vahvuus.

Opas on toteutettu Metropolian ammattikorkeakoulussa optometrian koulutusohjelmassa osana opinnäytetyötämme. Oppaan teoriatieto perustuu opinnäytetyömme kirjalliseen osuuteen, josta löydät tarkempaa tietoa värinäöstä sekä testeistä.

Teoriaosuutemme löytyy Theseus-tietokannasta sivulta

<http://www.urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201604214722>.

SISÄLLYSLUETTELO

H.R.R.	3
ISHIHARA	7
TRITAN ALBUM	11
FARNSWORTH PANEL D-15	13
100-HUE	17
SAIRAUDET, JOTKA VOIVAT AIHEUTTAA ONGELMIA VÄRINÄÖSSÄ	22



Normaali näkö



Deuteranopia = Vihersokeus

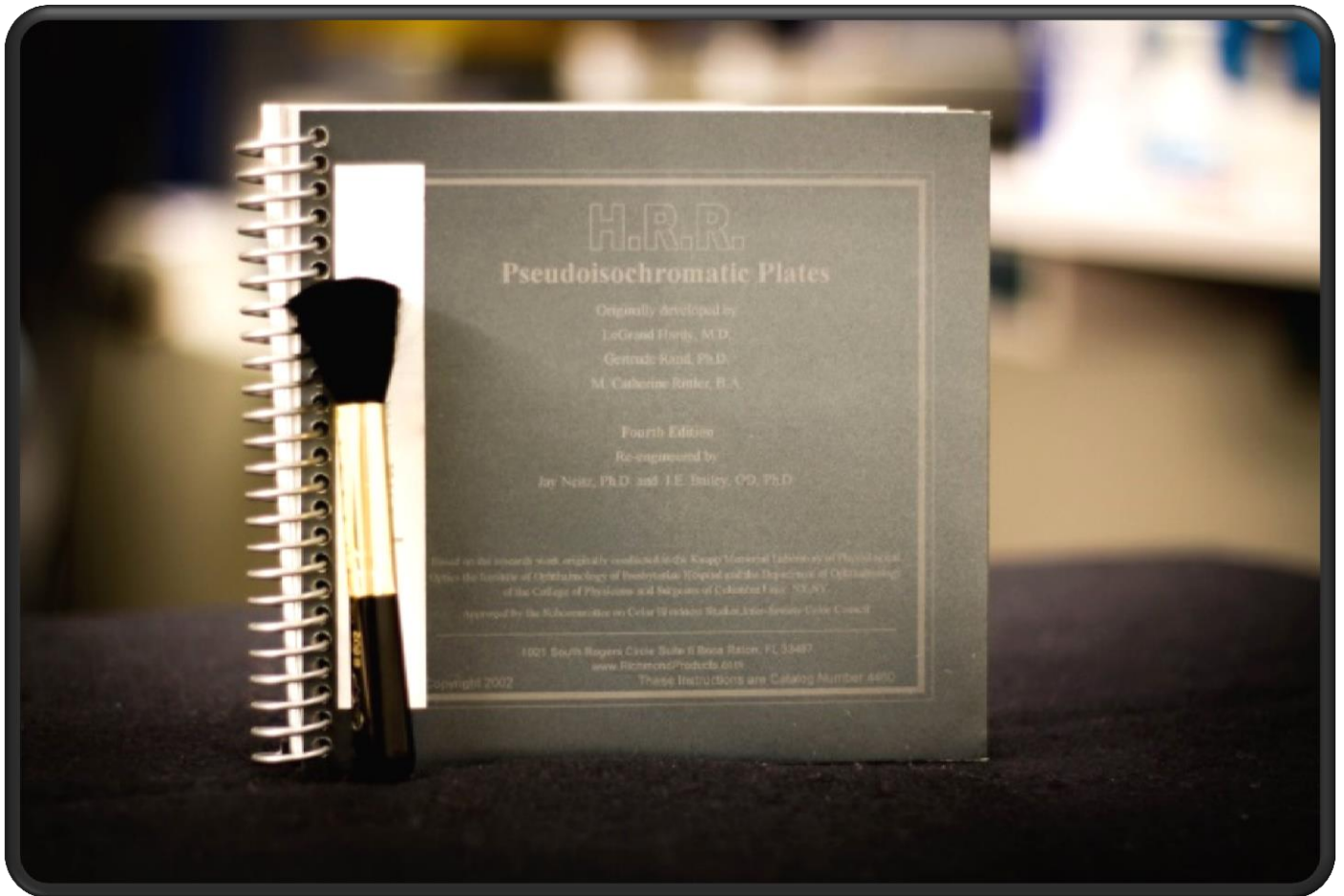


Protanopia = Punasokeus



Tritanopia = Sinisokeus

H.R.R. -TESTI



H.R.R. -TESTI

H.R.R. testin avulla voidaan todeta punaviherviat ja sinikeltaviat sekä niiden vahvuus. Testin tuloksen luotettavuus taataan, kun valo on tasainen ja muistuttaa päivänvaloa eli 6500 K. Testitauluihin ei saa koskea sormilla.

Kaikissa testin tauluissa on 0 - 2 kuviota (ympyrä, kolmio, rasti), jotka voivat sijaita missä taulun kulmassa tahansa. Jotkut kuviot näkyvät tauluissa paremmin kuin toiset.

Kysy asiakkaalta:

1. Kuinka monta kuviota taulussa on?
2. Mitä kuvioita ne ovat?
3. Missä kohtaa taulua kuviot ovat?

Tämän jälkeen demotauluissa (1 – 4) pyydä asiakasta seuraamaan pienen sudin kanssa kuvion muoto. Muissa tauluissa pyydä asiakasta osoittamaan sudilla, missä kohtaa taulua kuviot näkyvät. Asiakas ei saisi koskettaa sudilla näitä tauluja.

Asiakkaan tulisi vastata kaikkiin kolmeen kysymykseen oikein ja nopeasti ilman epäröintiä, jotta ne katsotaan menneen oikein.

TAULUT

Taulut 1 - 4 ovat harjoitustauluja, jotka näkevät niin normaalin värinäön omaavat kuin värivikaiset ihmiset.

Taulut 5 - 10 seulovat, onko asiakkaalla värivikaa.

Taulut 11 - 24 tehdään vain, jos tauluissa 5 - 10 on tullut virheitä. Nämä taulut määrittävät, kuinka voimakas värinäkövika on ja minkä tappisolun aiheuttama se on.

PISTEYTYS

Tauluja 1 - 4 ei pisteytetä. Tauluissa 5 – 10 pistetaulukkoon merkataan asiakkaan näkemät kuviot ja katsotaan, menikö taulu oikein. Tauluissa 11 – 24 asiakkaan vastaukset pisteytetään. Asiakas saa pisteen aina, kun yksi testitaulu on mennyt oikein. Pistetaulukkoon voi merkata asiakkaan oikeat vastaukset ja siitä on helppo lukea lopputulos.

Seuraavalta aukeamalta löytyy H.R.R. testin pistetaulukko, jonka voit helposti kopioida ja kirjata siihen tulokset.

Jos asiakas vastaa kaikkiin 5 - 10 tauluihin oikein, asiakkaalla on normaali värinäkö, eikä muita testitauluja tarvitse tehdä.

Jos asiakas vastaa väärin tauluihin 5 tai 6, hänellä todetaan olevan sinikeltavika ja seuraavaksi hänelle esitetään taulut 21 - 24.

Jos asiakas on vastannut mihin tahansa tauluista 7 - 10 väärin, hänellä todetaan olevan punavihervika ja seuraavaksi hänelle esitetään taulut 11 - 20.

Jos asiakas vastaa molemmista ryhmistä yhteenkin tauluun väärin, hänelle esitetään kaikki kirjan loput taulut. Tauluissa 11 - 24 tulee merkitä erikseen, jos asiakas näkee vain toisen kuvion tai molemmat.



VÄRIVIAN TOTEAMINEN

Kun testi on tehty loppuun, lasketaan jokaisen sarakkeen oikeinmerkit yhteen ja ne merkitään sarakkeiden loppuun. Jos punavikaa edustavassa sarakkeessa on enemmän oikeinmerkkejä kuin vihervikaa edustavassa, todetaan henkilö punavikaiseksi jne.

Joskus värivika on niin lievä, että 5 - 10 tauluista jokin menee väärin, mutta loput taulut oikein. Tällöin pitää asiakkaalle näyttää 5 - 10 taulut uudelleen kääntämällä kirja esimerkiksi ylösalaisin, jolloin kuviot sijaitsevat eri kohdassa sivua. Jos toisella kerralla ei tapahdu virheitä, ei värivikaa ole.

VÄRIVIAN TYYPPI

Punavika = Punavikaa edustavissa sarakkeissa enemmän oikeinmerkkejä kuin vihervikaa edustavassa

Vihervikaa = Vihervikaa edustavissa sarakkeissa enemmän oikeinmerkkejä kuin punavikaa edustavassa

Sinivika = Sinivikaa edustavissa sarakkeissa enemmän oikeinmerkkejä kuin keltavikaa edustavassa

Keltavika = Keltavikaa edustavissa sarakkeissa enemmän oikeinmerkkejä kuin sinivikaa edustavassa

Jos virheitä tapahtuu koko testin läpi sekä punaviher- että sinikeltavikaan liittyen, voi henkilö olla täysin värisokea tai hänellä on erittäin heikko värierotuskyky. Tässä tilanteessa henkilölle tulisi suorittaa muita värinäkötestejä, joilla voidaan varmistaa tulos.

VÄRIVIAN VAHVUUDEN ARVIOINTI

Testissä väriyat jaetaan joko lieväksi, keskivahvaksi tai vahvaksi.

PUNAVIHERVIKA

Lievä: Viimeinen virhe tapahtuu joko tauluissa 7 - 10 tai 11 - 15, eikä tauluissa 16 - 20 ole virheitä.

Keskivahva: Viimeinen virhe tapahtuu tauluissa 16 - 18, eikä tauluissa 19 - 20 ole virheitä.

Vahva: Virheitä tapahtuu tauluissa 19 - 20.

SINIKELTAVIKA

Lievä: Viimeinen virhe tapahtuu tauluissa 5 - 6, eikä tauluissa 21 - 24 ole virheitä.

Keskivahva: Viimeinen virhe tapahtuu tauluissa 21 - 22, eikä tauluissa 23 - 24 esiinny virheitä.

Vahva: Virheitä tapahtuu tauluissa 23 - 24.

Tiesitkö, että...

Täydellinen värisokeus eli akromatopsia on erittäin harvinainen. Tällöin henkilöllä ei ole yhtään toimivia tappisoluja, jolloin hän aistii vain harmaan eri sävyjä. Värisokeuden aiheuttaja voi olla myös aivotasolla.

H R R PSEUDOISOCROMATIC PLATES

NAME..... DATE..... EXAMINER.....

1-4 DEMONSTRATION SERIES

Four plates. Do NOT score.

SCREENING SERIES

	Test	Repetition
B-Y Defect	5 O,X	
	6 O,▼	
R-G Defect	7 X,▶	
	8 O,▶	
	9 O	
	10 X	

	Protan	Deutan		
Mild R-G Defect	11		SCREENING SERIES ANALYSIS	
	12			Normal.....
	13			Defective: B-Y.....
	14			R-G.....
	15			
Medium R-G Defect	16		DIAGNOSTIC SERIES ANALYSIS	
	17			
	18			Type:
Strong R-G Defect	19		Protan.....	
	20		Deutan.....	
Medium B-Y Defect	Total Tritan	Tetartan	Tritan.....	
	21		Tetartan.....	
	22		Unclassified...	
	23			
Strong B-Y Defect	24			
	Total	Total		

1021 South Rogers Circle Suite 6 Boca Raton, FL 33487

Laminated Version P/N 4458

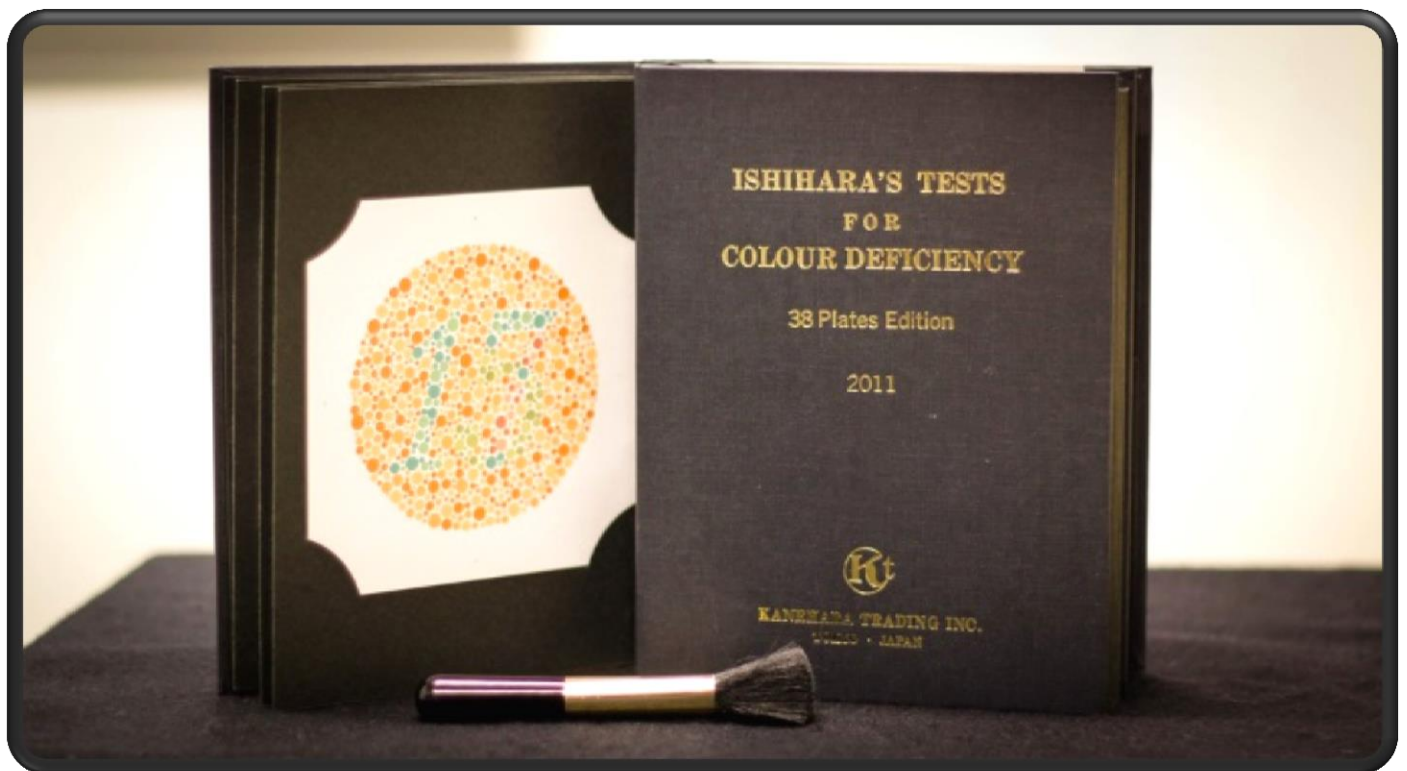
Taulukko 1. HRR-testin tulostaulukko.

Bailey, J.E - Neitz Jay 2002. Instructions to the Examiner. H.R.R. Pseudoisochromatic Plates. Fourth Edition. Richmond Products

Tiesitkö, että...

"Punavihersokeus" on terminä harhaanjohtava. Oikea termi on punavihervika, joka on yleisin värinäkövian muoto. Siitä puhuttaessa henkilöllä on joko puna- tai vihervika. Molemmilla tyypeillä värispektri näyttäytyy hyvin samanlaisena. Yli 99 % värivikaisista henkilöistä on joko puna- tai vihervikaisia.

ISHIHARA



ISHIHARA

Ishihara -testin avulla voidaan todeta vain punaviherviat, ei sinikeltavikaa. Ishihara -testi on yksi yleisimmistä värinäkötesteistä ja sitä tehdään 16, 24 ja 38-taulun versioina. Tässä oppaassa kerromme 38 taulun testistä. 16 ja 24 taulun testit tehdään samalla tavalla kuin 38-taulun testi, ainoastaan testitaulujen määrä vaihtelee.

Testiä tehdessä valon tulisi olla päivänvaloa vastaava eli noin 6500 K, jolloin taulujen värit eivät vääristy. Valo on kellertävää ja lämmintä. Taulu asetetaan 75 cm etäisyydelle tutkittavasta siten, että taulu on kohtisuorassa tutkittavan näköakselin kanssa.

Ishihara -testiä tehdessä voidaan karsia taulujen määrää niin, että näytettäviä tauluja on kuusi 38 taulun sijasta. Ensimmäinen taulu näytetään aina ja loput taulut lajitellaan ryhmiin sivunumeroiden perusteella. Jokaisesta ryhmästä valitaan yksi taulu. Ryhmät ovat: 2 - 5, 6 - 9, 10 - 13, 14 - 17 ja 18 - 21.

TAULUT

Taulut 1 - 25 sisältävät numeroita, joiden tunnistaminen tulisi tapahtua 3 sekunnin sisällä.

Taulut 26 - 38 sisältävät kahden X:n välissä kulkevan polun, jota tutkittava seuraa siveltimen avulla. On hyvä muistaa kysyä, näkyykö toinen polku selkeämmin. Polun tunnistaminen tulisi tapahtua 10 sekunnin sisällä.

Polkutaulut ovat epäluotettavampia kuin numerotaulut. Ne voi esittää asiakkaalle esimerkiksi, jos numerotaulut eivät onnistu. Jos polkutauluja käytetään, testit tulisi aloittaa kirjan takakannesta lähtien, jolloin harjoitustesti nro 38 on ensimmäinen.

Seuraavalla aukeamalla on tulostaulukko, johon on määritetty tarkasti, mitä eri taulujen vastaukset tarkoittavat.

TULKITSEMINEN

Taulu 1, harjoitustaulu

Kaikki erottavat numeron

Taulut 2 - 9

Normaali: Erottaa oikeat numerot

Punavihervika: Erottaa eri numeroita kuin normaali henkilö

Taulut 10 - 17

Normaali: Erottaa oikeat numerot

Punavihervika: Ei erota numeroita tai tulkitsee ne väärin

Taulut 18 - 21

Normaali: Ei erota numeroita

Punavihervika: Suurin osa punaviherheikoista erottaa numeroita. Tauluissa on epäluotettavampi tulos kuin muissa.

Taulut 22 - 25

Nämä taulut näytetään vain, jos edellisissä tauluissa oli virheitä. Taulujen avulla erotetaan punaviherheikkous punavihersokeudesta. Normaalin väri-näön omaava henkilö erottaa näistä tauluista kaksi numeroa.

Punavärisokea tai vahva punaheikko:

Erottaa vain jälkimmäisen numeron

Lievä punaheikko: Erottaa molemmat numerot, mutta jälkimmäinen numero erottuu selkeämmin

Vihervärisokea tai vahva viherheikko:

Erottaa vain ensimmäisen numeron

Lievä viherheikko: Erottaa molemmat numerot, mutta ensimmäinen numero erottuu selkeämmin

Taulut 26 - 27

Normaali: Erottaa molemmat polut

Punavärisokea tai vahva punaheikko:

Erottaa ainoastaan violetin polun

Lievä punaheikko: Erottaa sekä punaisen että violetin polun, mutta violetti polkua on helpompi seurata

Vihervärisokea tai vahva viherheikko:

Erottaa ainoastaan punaisen polun

Lievä viherheikko: Erottaa sekä punaisen että violetin polun, mutta punaista polkua on helpompi seurata

Taulut 28 - 29

Normaali: Useimmiten ei erota polkua

Punaviherheikko: Erottaa kahden X:n välissä olevan polun



Taulut 30 - 33

Normaali: Erottaa kahden X:n välissä olevan polun

Punaviherheikko: Ei erota polkua ollenkaan tai se poikkeaa oikeasta polusta

Taulut 34 - 35

Normaali: Yhdistää sinisen ja vihreän viivan yhtenäiseksi poluksi

Punaviherheikko: Yhdistää sinisen ja violetin yhtenäiseksi poluksi

Taulut 36 - 37

Normaali: Yhdistää violetin ja oranssin viivan yhtenäiseksi poluksi

Punaviherheikko: Yhdistää violetin ja turkoosin yhtenäiseksi poluksi

Taulu 38

Kaikki erottavat polun

TOTEAMINEN

Normaali näkö

Henkilöllä voidaan todeta olevan normaali värinäkö, kun tauluista 1 - 21 vähintään 17 menee oikein (merkataan 17/21). Jos testi on rajattu 6 tauluun, kaikkien on oltava oikein. Mikäli kuudesta taulusta yhdestäkään on ongelmia, tulee testi tehdä uudelleen kaikilla taululla.

Värinäkövika

Kun tauluista 13 tai vähemmän menee oikein, on tutkittavalla värinäkövika.

Mikäli tutkittava näki numeroita tauluissa 18 - 21 ja erotti ne vielä paremmin kuin tauluissa 10, 13, 14 ja 17, tulkitaan värinäkö epänormaaliksi.

Number of Plate	Normal Person	Person with Red-Green Deficiencies		Person with Total Colour Blindness and Weakness		
1	12	12		12		
2	8	3		×		
3	6	5		×		
4	29	70		×		
5	57	35		×		
6	5	2		×		
7	3	5		×		
8	15	17		×		
9	74	21		×		
10	2	×		×		
11	6	×		×		
12	97	×		×		
13	45	×		×		
14	5	×		×		
15	7	×		×		
16	16	×		×		
17	73	×		×		
18	×	5		×		
19	×	2		×		
20	×	45		×		
21	×	73		×		
		Protan		Deutan		
		Strong	Mild	Strong	Mild	
22	26	6	(2)6	2	2(6)	
23	42	2	(4)2	4	4(2)	
24	35	5	(3)5	3	3(5)	
25	96	6	(9)6	9	9(6)	

The mark × shows that the plate cannot be read. Blank space denotes that the reading is indefinite. The numerals in parenthesis show that they can be read but they are comparatively unclear.

Taulukko 2. Ishiharan tulostaulukko.

Ishihara, Shinobu 2011. The Series of Plates Designed as a Test for Colour-Deficiency. 38 Plates Edition. Kanehara & Co.,Ltd

Tiesitkö, että...

Joskus asiakas ei halua läpäistä testejä. Yleensä he kuitenkin jäävät kiinni siinä vaiheessa, kun he väittävät etteivät näe tauluissa mitään, vaikka heille näyttäisi harjoitustauluja.

TRITAN ALBUM



TRITAN ALBUM

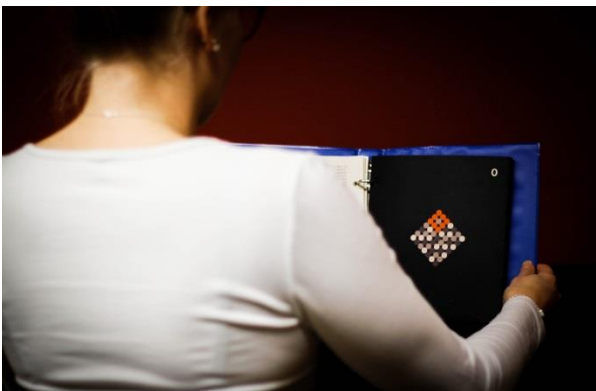
Tritan Album -testin avulla voidaan todeta sinikeltavika. Testi ei sovellu muiden värinäkövikojen toteamiseen. Testiä tehdessä valon pitäisi olla tasainen ja muistuttaa mahdollisimman paljon päivänvaloa eli 6500 K.

Tritan Album sisältää kuusi taulua, jotka on numeroitu nollasta viiteen. Jokaisessa taulussa on harmaa neliö, jonka yhdessä kulmassa on pieni värillinen neliö.

Kysy asiakkaalta:

1. Missä kulmassa pieni neliö sijaitsee?

Vaihtoehdot ovat ylhäällä, alhaalla, oikealla tai vasemmalla.



TAULUT

Taulussa 0 on iso harmaa neliö, joka sisältää pienen oranssin neliön. Tämän taulun näkevät niin normaalin värinäön omaavat kuin sinikeltavikaiset henkilöt.

Taulut 1 - 5 sisältävät pienen violetin neliön. Testin edetessä violetti neliö on vaikeampi hahmottaa. On normaalia, jos viimeisessä taulussa normaalin värinäön

omaavalla henkilöllä on vaikeuksia erottaa violetti neliö isosta neliöstä.

PISTEYTYS

Tulos pisteutetaan sen mukaan, mikä oli viimeiseksi nähdyn taulun numero. Jos ensimmäinen taulu (0) epäonnistuu, on pisteytys mahdoton tehdä. Vähimmäispistemäärä on 0/5 ja enimmäismäärä 5/5.

TULOKSET

Mitä pienempi pistemäärä on, sitä vahvempi väriavio on. Mikäli vain viimeinen taulu jää erottamatta, on hyvä tarkistaa värinäkö myös muilla testeillä tuloksen varmistumiseksi.

Tritan Album ei ole hyvä seulontaan, koska vain vakavat hankitut tilat löytyvät. Sinivika kannattaa hakea esim. H.R.R.- tai D-15 testillä

TESTITAUJEN OIKEAT VASTAUKSET

Taulu No. 0	Ylhäällä
Taulu No. 1	Oikealla
Taulu No. 2	Ylhäällä
Taulu No. 3	Alhaalla
Taulu No. 4	Ylhäällä
Taulu No. 5	Alhaalla

Taulukko 3. Oikeat vastaukset.

Tiesitkö, että...

Sinikeltavika on erittäin harvinainen ja se on useimmiten hankittu kuin peritty vika. Hankittu sinikeltavika voi johtua esim. runsaasta alkoholin käytöstä tai päähän kohdistuneesta iskusta.

FARNSWORTH PANEL D-15



FARNSWORTH PANEL D-15

Testi on suunniteltu erottamaan vaikeasti tai keskivaikeasti värivikaiset henkilöt normaalin värinäön tai lievän värinäön heikkouden omaavista henkilöistä. Testi sisältää yhteensä 16 värinappia, joista yksi on määrätty aloitusnappi. Testin suorittamiseen tulisi kulua noin 2 minuuttia. Testiä tehdessä valon pitäisi olla tasainen ja muistuttaa mahdollisimman paljon päivänvaloa eli 6500 K. Taustana tulisi olla musta, heijastamaton pinta.

VÄRIEN JÄRJESTÄMINEN

- Aseta määrätty aloitusnappula paneelille (usein kiinteä)
- Laita 15 muuta nappulaa pöydälle sekalaiseen järjestykseen ennen kuin asiakas saapuu
- Kerro asiakkaalle, että testin suorittamiseen tulisi kulua n. 2 minuuttia, mutta aikaa annetaan niin paljon kuin suorittaminen vaatii
- Selitä asiakkaalle, että hänen tulee asettaa aloitusnappulan viereen paneelille nappula, joka on värisävyltään mahdollisimman lähellä sitä, ja sitten taas seuraava äsken laitettun nappulan viereen jne.
- Muistuta, ettei väripigmenttiin saa koskea!



TULOSTEN MERKINTÄ

Tulokset merkitään testiin kuuluvalla valmiille kaavakkeelle, johon tulokset ovat helppo kirjata käsin. Kaavake löytyy seuraavalta sivulta. Siinä on numerot 1 - 15 aseteltu ympyrämuodostelmaan, ja jokaisen numeron vieressä on piste. Kuvioon on myös merkattu aloitusnappulalle oma piste, josta merkitseminen lähtee liikkeelle. Aloitusnappulan pisteestä lähdetään vetämään viiva sen numeron pisteeseen, minkä asiakas on laittanut aloitusnappulan viereen. Siitä jatketaan kolmantena olevaan nappulaan jne. Kun kaikki viivat on vedetty, syntyy kuvio, jota tulkitsemalla saadaan selville tulos.

TULKINTA

Jos järjestys on mennyt täysin oikein, kuvio muodostaa ympyrän. Jos asiakas on tehnyt yhden virheen, jossa vierekkäiset nappulat ovat vaihtaneet paikkaansa, voi tuloksen tulkita vielä normaaliksi.

Mikäli virheitä on enemmän kuin yksi, tai nappula on vaihtanut paikkaansa muualle kuin viereiseen kohtaan, todetaan värinäkövika. Testi ei ole herkkä lievästi väriheikoille henkilöille, joten he voivat saada normaalin tuloksen testistä.

Jos kuvioon kuitenkin on ilmestynyt virheitä, näkyvät ne siksak-kuvioina. Tarkastelemalla näiden siksak-viivojen suuntaa, saadaan selville, mikä värinäön heikkous on kyseessä. Kaavakkeessa on katkoviivoilla merkitty, mihin suuntaan siksakviivat menevät missäkin väriässä.

Kuviosta on siis helppo katsoa, minkä värinäkövian mukaan asiakkaan saamat siksak-viivat menevät. Keskivaikean ja vaikean värinäkövian tuloserona pidetään sitä, että vaikeassa heikkoudessa tulee 10 poikkeamaa.

Testistä on olemassa myös desaturoitu versio, jonka napeissa on vähemmän väripigmenttiä: värit ovat "pastellinsävyisiä" eli hailakoita. Desaturoitu testi on vaikeampi ja siinä löytyvät lievemmat värinäköviat.

Tiesitkö, että...

Konkreettisten värinäkötestien lisäksi värinäköä voidaan tutkia myös netissä olevien testien tai älylaitteille ladattavien sovellusten avulla. Nämä eivät kuitenkaan käy viralliseen käyttöön, koska eri laitteiden toistokyky vaihtelee ja niiden tarkempaa arviointia tarvitaan vielä.

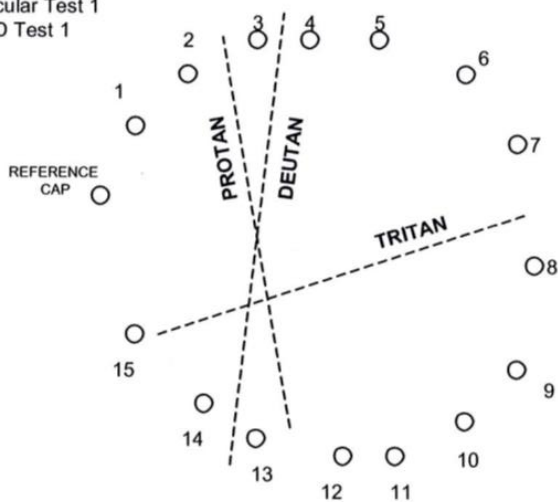
Score Sheet Template for 15 Disc Color Vision Test

Name: _____ DOB: _____ Test Date: _____

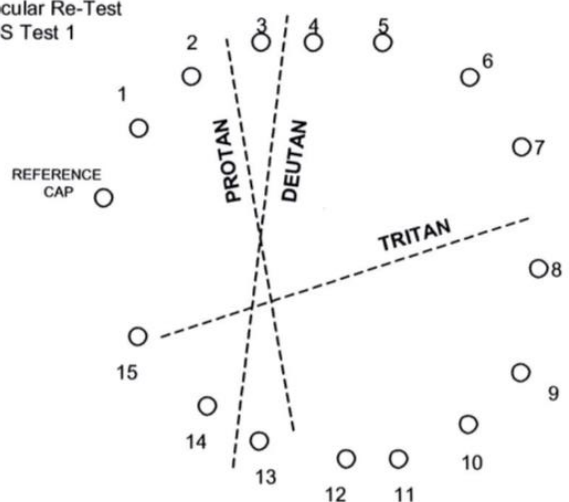
Mode: Binocular _____ or OD _____ OS _____ Tester: _____

Copy this template onto your medical history or plain paper

Binocular Test 1
or OD Test 1



Binocular Re-Test
or OS Test 1

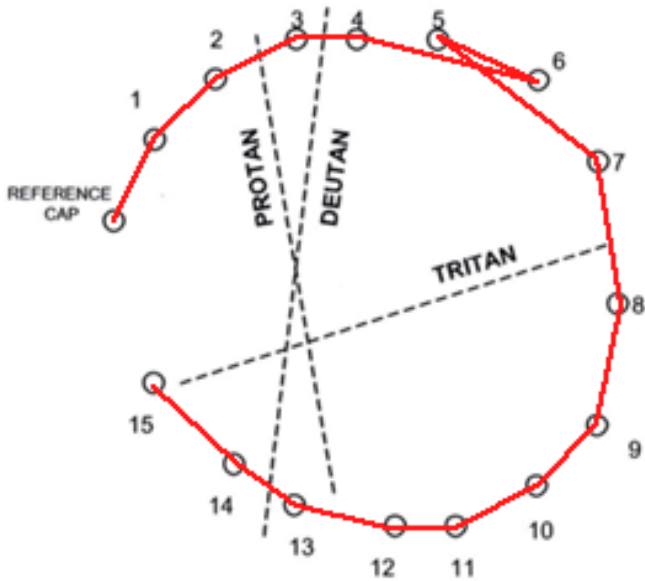


Richmond Products
4400 Silver Ave. SE Albuquerque NM 87108

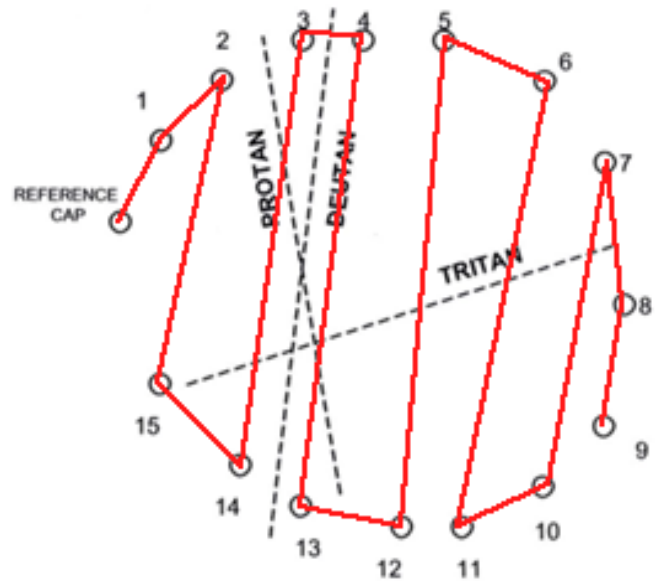
Richmond Part Number 4428

*Taulukko 4. Panel D-15 testin kaavake.
Farnsworth D15 and Lanthony Test Instructions 05/06. Richmond Products*

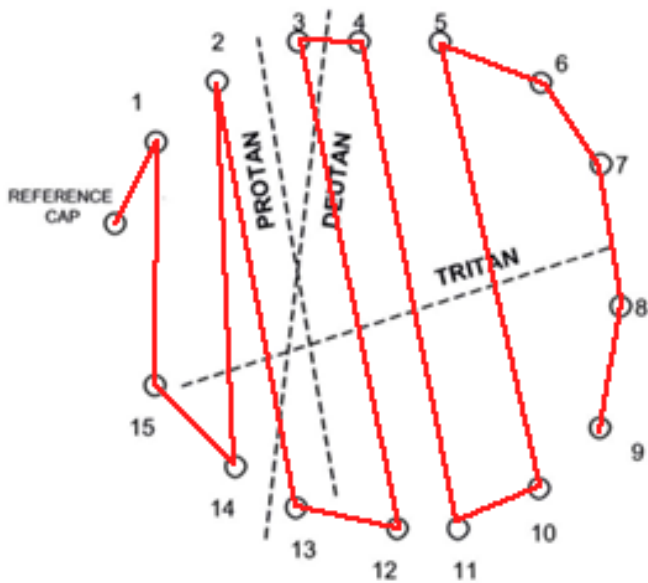
ESIMERKKIKUVIOITA



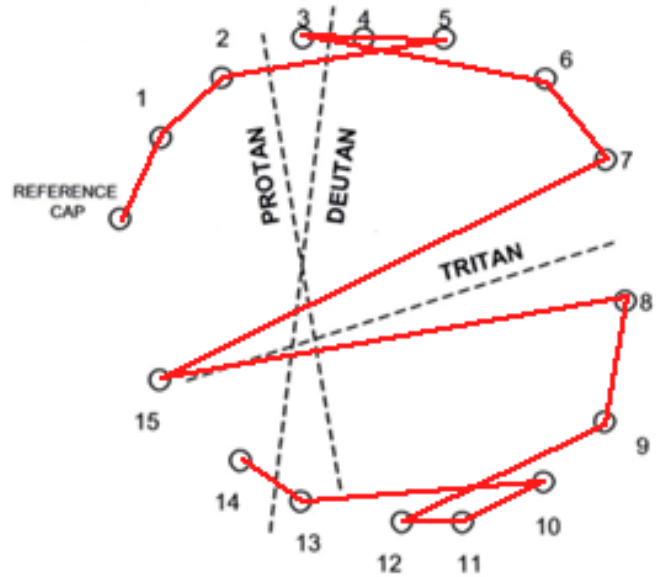
Normaali näkö



Vaikea deuteranomalia



Vaikea protanomalia



Tritanomalia

Tiesitkö, että...

Puna- ja vihervikaisilla henkilöillä on ongelmia punaisen ja vihreän värin lisäksi myös muiden värien kanssa, kuten oranssin ja keltaisen. Puna- ja vihervikaisien värien näkemisessä on kuitenkin eroja, jonka avulla ne pystytään erottamaan toisistaan.

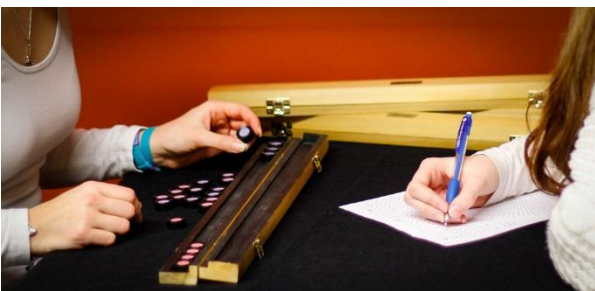
100-HUE TEST



100-HUE TEST

100-Hue Test on tarkka testi arvioimaan värisävyjen erotuskykyä. Testi on hyödyllinen seuraamaan värinäön muutoksia ja vertailemaan värinäköä silmien välillä. Testi sisältää yhteensä 85 siirrettävää nappulaa, jotka on jaettu neljälle eri paneelille. Jokaisen paneelin päissä on kiinteät aloitusnappulat. Testi suoritetaan yksi paneeli kerrallaan. Paneelien esitysjärjestyksellä ei ole väliä. Jokaisen paneelin suorittamiseen tulisi kulua noin kaksi minuuttia, mutta aikaa annetaan niin paljon kuin se vaatii. Testiä tehdessä valon pitäisi olla tasainen ja muistuttaa mahdollisimman paljon päivänvaloa eli 6500 K. Taustana tulisi olla musta, heijastamaton pinta.

Testi tulisi tehdä kaksi kertaa, jotta tulos olisi luotettava. Testin voi tehdä joko yhdelle silmälle kerrallaan tai molempia silmiä käyttäen. Tämä riippuu siitä, etsitkö perinnöllistä vai hankittua väriavikaa.



TESTIN SUORITTAMINEN

- Aseta siirrettävät nappulat mustan taustan päälle sekalaiseen järjestykseen ennen kuin asiakas saapuu suorittamaan testiä

- Kerro asiakkaalle, että jokaisen paneelin suorittamiseen tulisi kulua n. 2 minuuttia, mutta tarkkuus on tärkeämpää kuin nopeus
- Selitä asiakkaalle, että hänen tulee asettaa aloitusnappulan viereen paneelille nappula, joka on värisävyltään mahdollisimman lähellä sitä. Sen jälkeen valitaan seuraava nappula äsken laitetun nappulan viereen jne.
- Väripigmenttiin ei saa koskea
- Kun asiakas on ymmärtänyt, mitä pitää tehdä, lähdetään suorittamaan testiä samalla, kun otat aikaa
- Jos paneelia ei ole saatu valmiiksi 2 minuutin aikana, kerro ajan kulu- neen, mutta anna asiakkaan suorittaa paneeli loppuun
- Kun paneeli on valmis, merkkää ylös aika, joka paneelin suorittamiseen meni
- Siirry seuraavaan paneeliin, kunnes kaikki neljä paneelia on tehty

PISTEYTYS

Kun asiakas on saanut valmiiksi kaikki neljä paneelia, saatu järjestys merkitään testikaavakkeeseen. Kaavakkeessa on numerot 1 - 85, joiden yläpuolelle merkitään asiakkaan saama järjestys. Jos nappula on oikealla paikalla, vedetään sen yläpuolelle viiva. Jos nappula on väärällä paikalla, yliviivataan kaavakkeessa oleva numero ja sen yläpuolelle merkataan, mikä nappula sen kohdalla oli.

Tämän jälkeen jokaiselle nappulalle lasketaan sen virhearvo. Se lasketaan vertaamalla nappulan numeroa sen molemmin puolin olevien nappuloiden numeroiden kanssa. Ensin tehdään erotuslasku tarkasteltavan nappulan ja sen vasemmalla puolella olevan nappulan kanssa ja sitten oikealla puolella olevan nappulan kanssa. Tämän jälkeen nämä saadut luvut summataan yhteen. Saatu luku vastaa nappulan virhearvoa. Esim. järjestyksen ollessa 4, 5, 8, saadaan nappulan 5 virhearvoksi $(5 - 4) + (5 - 8) = 1 + (-3) = -2$. Jos virhearvoksi saadaan 2, se tarkoittaa, että nappula on oikeassa kohdassa.

Kun virhearvo on saatu laskettua, tulee se siirtää kaavakkeessa olevaan polaarikoordinaatistoon. Koordinaatisto löytyy tämän oppaan sivulta 21. Sen sisimmällä ympyrällä ovat numerot 1 - 85, ja jokaisesta numerosta lähtee oma pystyviivansa. Pystyviivat kuvaavat saatua virhearvoa. Tähän merkataan joka numeron kohdalle siinä paikalla olevan nappulan laskettu virhearvo pisteellä pystyviivoille. Lopuksi pisteet yhdistetään, jolloin koordinaatistoon syntyy kuvio.

Tiesitkö, että...

Värisokeudesta puhuttaessa henkilöllä on useimmiten värinäkövika eli hän ei ole täysin värisokea. Värivika on yleisempi värinäön heikkoudelle ja värinäkösokeudelle. Väriviivat kohdistuvat usein vain yhteen tappisolutyyppiin.

TULKINTA

Testistä voidaan tulkita monta eri asiaa. Testissä jaotellaan tulokset neljään eri ryhmään: erinomainen erotuskyky, keskiverto erotuskyky, alhainen erotuskyky ja värinäkövika. Värinäköviat puolestaan jaotellaan puna -, viher- ja sinivikaan.

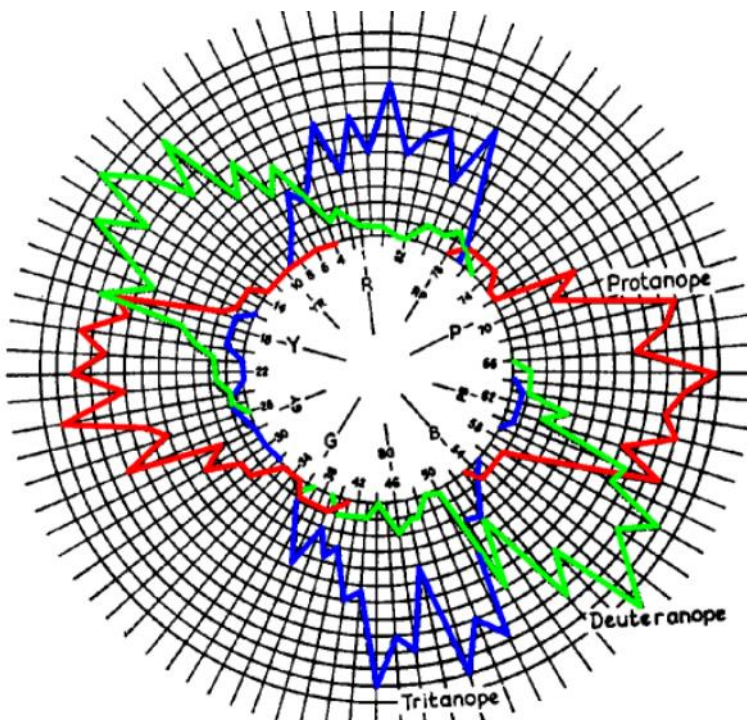
- Kun kaikkien nappuloiden virhearvot lasketaan yhteen, saadaan testin kokonaisvirhearvo. Jokaisen nappulan virhearvosta tulee miinusmerkki ensin 2, ja sitten laskea jäljelle jäävät arvot yhteen. Lopullisen virhearvon mukaan voidaan jaotella tulos johonkin ryhmään.
 - o Erinomainen erotuskyky: 0 - 16
 - o Keskiverto erotuskyky: 20 - 100
 - o Alhainen erotuskyky tai värinäkövika: yli 100
 - Nämä kaksi erottaa toisistaan siten, että alhaisen erotuskyvyn omaavan koordinaatistoon saatu kuvio ei viittaa mihinkään värinäköviasta kertovaan kuvioon. Myöskään muilla testeillä, kuten pseudoisokromaattisilla testeillä, ei saada värinäköviikan viitattavia tuloksia
- Koordinaatistoon syntyneen kuvion avulla nähdään mihin värinäköviikan tulos viittaa. Jos henkilöllä on värinäkövika, tulisi koordinaatistoon syntyä kaksi vuorimaista huippupistettä suurin piirtein vastakkain. Tätä tulkitsemalla saadaan selville värinäkövika ja sen vahvuus.
- Vertaamalla vuoren huippua sen kohdalla olevien sisäympyrän nu-

meroihin, saadaan selville, mikä väri on kyseessä. Jokaisella värialueella huippu sijoittuu eri numeroiden kohdalle.

- Vihervika: 62 - 70
 - Punavika: 56 - 61
 - Sinivika: 46 - 52
- Koordinaatiston kuvion avulla saadaan selville myös, minkä värisävyn erotuskyky on heikko ja minkä hyvä. Koordinaatiston sisimmän ympyrän sisällä on lyhenteinä merkattu, mitkä suunnat kuvaavat mitäkin väriä.
- Vuoren ollessa korkea, on väriäkövika vahva. Tämä tarkoittaa,

että myös asiakkaan värisävyn erotuskyky on tässä kohtaa heikko

- Vuoren ollessa ennemminkin matala vuori on henkilöllä todennäköisesti väriäkövika heikkous, joka on keskivahva
- Lievän väriäkövikan omaava voi saada testistä normaalituloksen, jolloin suurempia huippuja koordinaatistoon ei synny. Jos kuviossa ei ole matalia vuoria, tarkoittaa se sitä, että asiakkaan värisävyn erotuskyky on hyvä



Esimerkkikuvio huippujen kohdista eri värialueilla.
(<https://foundationsofvision.stanford.edu/chapter-4-wavelength-encoding/>)

Lyhenteet kaaviossa

R=RED

RP=RED-PURPLE

P=PURPLE

PB=PURPLE-BLUE

B=BLUE

BG=BLUE-GREEN

G=GREEN

GY=GREEN-YELLOW

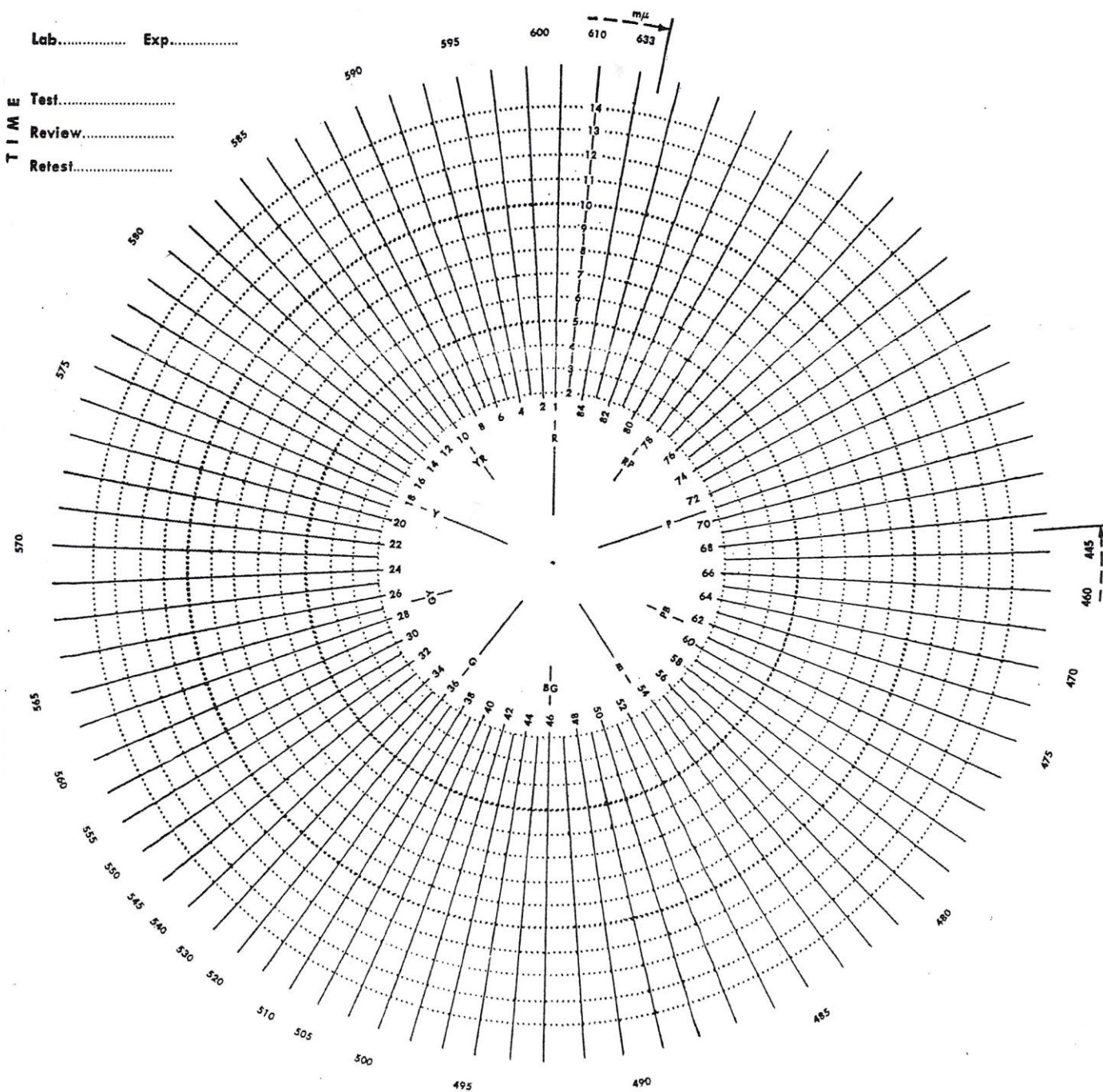
Y=YELLOW

Tiesitkö, että...

100-Hue testistä ja Farnsworth Panel D-15 testistä saadun nappulajärjestyksen voi laittaa myös nettisivulle, joka piirtää saadun kuvion koordinaatistoon nopeasti. Tämä säästää papereita ja aikaa! Tämän voi tehdä esimerkiksi osoitteessa: www.torok.info/colorvision/

Name..... Age..... Date...../...../.....

85	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	



Taulukko 5. 100-Hue testin polaarikoordinaatisto.
Farnsworth, Dean 1957. The Farnsworth-Munsell 100-Hue Test for the examination of Color Discrimination. Macbeth, A Division of Kollmorgen Corp

SAIRAUDET, JOTKA VOIVAT AIHEUTTAA ONGELMIA VÄRINÄÖSSÄ

Sairaudet	Huom!
1. Silmäkuopan tulehdus	Heikentää värinäköä
2. Diabetes – makulopatia	Heikentää värinäköä ja vaikeuttaa nähdä harmaan eri sävyjä
3. Diabetes – retinopatia	Sinikeltavika
4. Kaihi	Lievä sinikeltavika
5. Silmänpohjan ikärappeuma	Muutoksia värinäössä, useimmiten sinikeltavika. Väri viat tulevat näkyviin visuksen heikentyessä 0.5 tasolle
6. Glaukooma	Sinikeltavika, ja vaikeus erottaa punaista vihreästä
7. Retinitis pigmentosa	Pidemmälle edenneenä aiheuttaa vahvaa sinikeltavikaa
8. Verkkokalvon keskeisen alueen muutokset	Makulan alueen muutokset aiheuttavat punavihervikaa ja makulan ympärillä olevat muutokset aiheuttavat sinikeltavikaa
9. Verkkokalvon periferisen alueen muutokset	Sinikeltavika
10. Retinopathia centralis serosa	Ensioireena sinikeltavika, joka vahvistuu taudin edetessä
11. Näköratojen viat	Heikentävät värien erotuskykyä

1. Holopainen, Juha – Immonen, Ilkka – Laatikainen, Leila 2011. *Silmäkuopan tulehdukset*. Duodecim Oppikirjat. <http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dtk/oppi/koti?p_artikkeli=isa03008&p_haku=v%C3%A4rin%C3%A4k%C3%B6>
- 2 Rönnemaa, Tapani – Summanen, Paula 2016. *Taustaretinopatia*. Terveysportti. Verkkodokumentti. <http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dtk/pit/koti?p_artikkeli=dbs01703&p_haku=v%C3%A4rin%C3%A4k%C3%B6>
- 3, 5-10.. Birch, Jennifer 2001. *Diagnosis of Defective Colour Vision*. Second edition. Butterworth Heinemann. s 119-124.
4. Colblindor. *Tritanopia - Blue-Yellow Color Blindness*. <<http://www.color-blindness.com/tritanopia-blue-yellow-color-blindness/>>
11. Rudanko, Sirkka-Liisa 2007. *Silmätaudit*. Terveysportti. Verkkodokumentti. <http://www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dtk/tyt/koti?p_artikkeli=tmk00047&p_haku=v%C3%A4rin%C3%A4k%C3%B6>

Tiesitkö, että...

Hankittu väri vika esim. silmäsairausten seurauksena esiintyy yleensä erilaisena silmien välillä. Tällöin pitää tehdä värinäkötestit monokulaarisesti. Hankittu värinäkövian tyyppi on usein hankala määrittää, koska vastaukset voivat viitata sekä punaviher- että sinikeltavian suuntaan.

OPAS VÄRINÄKÖTESTIEN TEKEMISEEN JA TULKINTAAN –KYSELYKAAVAKE

	eri mieltä			samaa mieltä
1. Opas oli mielestäni selkeä	1	2	3	4
2. Oppaasta oli minulle hyötyä	1	2	3	4
3. Opas oli johdonmukainen	1	2	3	4
4. Opasta oli helppo tulkita ja ymmärtää	1	2	3	4
5. Tietoiskuista oli hyötyä	1	2	3	4
6. Visuaalinen ilme oli mielestäsi selkeä	1	2	3	4

7. Missä olisit kaivannut lisää opastusta/selvennystä

8. Muuta kommentoitavaa
