

Opinnäytetyö (AMK)

Hammasteknikkokoulutus

2024

Jesper Kärkkäinen & Sami Sederholm

Hampaan optimaalinen värinmäärittäminen

– Opas hammaslääkäreille ja –teknikoille.



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Hammasteknikkokoulutus

2024 | 54 sivua

Jesper Kärkkäinen & Sami Sederholm

Hampaan optimaalinen värinmääritys

– Opas hammaslääkäreille ja –teknikoille.

Onnistuneella värinmäärityksellä mahdollistetaan hammasteknisissä töissä esteettisesti mahdollisimman tarkka lopputulos. Värinmäärityksessä on useita eri tekijöitä, joilla on vaikutusta hampaan värisävyyteen ja sen valintaan. Jotta onnistuneeseen värinmääritykseen päästään, tulee siihen olla selkeät ohjeet.

Opinnäytetyössä käsitellään teoriaa hampaan ominaisuuksista, valosta, väristä sekä miten havaitsemme ne. Työssä selvitetään vaiheittain, miten värinmääritys suoritetaan onnistuneesti, sekä mitkä asiat siihen vaikuttavat ja millaisia asioita tulisi ottaa huomioon jo ennen värinmääritystä.

Opinnäytetyön tavoitteena on toimia hammaslääkärien, sekä hammasteknikoiden apuna hampaan värinmääritysprosessissa siten, että se antaa ohjeita optimaaliseen värinmääritykseen. Kehittämistyön tuotoksena syntyi juliste, johon on tiivistetysti kerrottu hampaan värinmäärityksen vaiheet. Julistetta voidaan käyttää apuna hammaslääkärien ja -tekniikoiden vastaanotolla sekä koulutuksissa.

Asiasanat:

Hammastekniikka, Hammas, Värinmääritys, Opas

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Dental Technician

2024 | 54 pages

Jesper Kärkkäinen & Sami Sederholm

Optimal Tooth Shade Selection

– Guide to Dentists and Dental Technicians

Successful shade selection enables achieving the most aesthetically precise outcome in dental technical work. There are several factors involved in shade selection that affect the hue of the color and its selection. Clear guidelines are necessary to achieve successful shade selection.

The thesis describes step by step how shade selection is successfully conducted, as well as the factors influencing it and what aspects should be considered even before the shade selection process. The text also discusses theory related to characteristics of teeth, light, color, and how we perceive them.

The aim of the thesis is to assist dentists and dental technicians in the process of tooth shade selection by providing guidelines for optimal shade selection. Additionally, a poster summarizing the steps of tooth shade selection will be created based on the thesis. This poster can be used as a tool in clinics or during training sessions.

Keywords: Dental Technology, Tooth, Shade Selection, Guide

Sisältö

1 Johdanto	7
2 Väri ja valon vaikutus hammastekniikassa	8
3 Värinmäärityksen kannalta tärkeät hampaan ominaisuudet	13
3.1 Hampaan fyysiset ominaisuudet	13
3.2 Hampaan optiset ominaisuudet	13
3.3 Hampaan väri	14
3.4 Hampaan pintarakenne	16
4 Värinmääritystila	21
4.1 Huoneen valaistus ja pintojen värit	21
4.2 Valaistuksen yksiköt ja niiden arvot	23
5 Inhimilliset tekijät	27
5.1 Värin havainnointi	27
5.2 Ympäristön vaikutukset	28
6 Väriskaalat	30
6.1 Vita Classical	30
6.2 Vita Toothguide 3D- Master	31
6.3 Vita Linearguide 3D- Master	32
6.4 Vita Bleachedguide 3D- Master	32
6.5 Vita Ivoclar Chromascop	33
6.6 Materiaalikohtaiset väriskaalat	33
7 Värinmääritys	34
7.1 Värinmäärityksessä huomioitavat asiat	34
7.2 Värinmääritys standardiskaaloja ja materiaalikohtaisia skaaloja käyttäen	37
7.3 Hampaan värikartta	39
8 Kamera ja kuvat	42
9 Värinmäärityksessä käytettävät apuohjelmat	45

9.1 eLab Prime	45
9.2 ShadeWave	45
9.3 VITA Easysshade® V	46
10 Pohdinta	48
Lähteet	50

Liitteet

Liite 1 Hampaan värinmäärittäminen -julist

Kuvat

Kuva 1 Värien kolmiulotteisuus Munsellin mukaan (Ubassy 1993, 22)	9
Kuva 2 Valon peiliheijastuminen sileällä pinnalla (Ubassy 1993, s. 202)	10
Kuva 3 Valon hajaheijastuminen epätasaiselta pinnalta (Ubassy 1993, s.202)	11
Kuva 4 Valon peili- sekä hajaheijastuminen pintamuodoltaan vaihtelevalla pinnalta (Ubassy 1993, 202)	12
Kuva 5 Epätasainen hampaan pintarakenne (Ceratech/Kruunuhammas 2024)	16
Kuva 6 Sileä hampaan pintarakenne (Ceratech/Kruunuhammas 2024)	17
Kuva 7 dd. 22–23 oikea kiiltoaste (Ceratech/Kruunuhammas 2024)	18
Kuva 8 Peiliheijastuminen hampaan sileillä pinnoilla (Ubassy 1993, 203)	19
Kuva 9 Valon hajaheijastuminen hampaan karheilla pinnoilla (Ubassy 1993, 203)	20
Kuva 10 Oikeanlainen valonlähde (Ceratech/Kruunuhammas 2024)	22
Kuva 11 Vääränlainen valolähde (Ceratech/Kruunuhammas 2024)	22
Kuva 12 Standardiväriskaalat (Ceratech/Kruunuhammas 2024)	30
Kuva 13 Pilariväriskaala (Ceratech/Kruunuhammas 2024)	35
Kuva 14 Materiaalikohtainen väriskaala (Ceratech/Kruunuhammas 2024)	38

Kuva 15 Valokuva alkutilanteesta, yksilöllinen värikartta sekä valmiit kruunut dd. 21–22 (Ceratech/Kruunuhammas 2024)	39
Kuva 16 Skaalan sävy näkyy kuvassa (Ceratech/Kruunuhammas 2024)	40
Kuva 17 Skaalan sävy ei näy kuvassa (Ceratech/Kruunuhammas 2024)	41

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheenamme on hampaiden optimaalinen värinmäärittäminen sekä siihen vaikuttavat tekijät. Opinnäytetyö on kehittämispainotteinen opinnäytetyö. Sen tarkoituksena on kertoa, kuinka hampaiden väri määritetään mahdollisimman optimaalisesti sekä tutkia värinmäärittämiseen vaikuttavia tekijöitä. Opinnäytetyössä selvitetään, mitkä asiat ja olosuhteet vaikuttavat hampaan värinmäärittämiseen, sekä kerrotaan erilaisista menetelmistä ja välineistä, joita värinmäärittämisessä voidaan käyttää. Hammaslääkärit ja hammasteknikot voivat käyttää opinnäytetyötämme tietynlaisena apuvälineenä tai oppaana väriä määrittäessään.

Valitsimme aiheeksi värinmäärittämisen, sillä se on tärkeä osa hammasteknikon ja hammaslääkärin päivittäistä työtä. Hammaslääkärin tulee osata määrittää hampaiden väri, jotta löydetään mahdollisimman optimaalinen väri. Näin ollen potilaalle valmistetut työt sulautuvat mahdollisimman hyvin potilaan omaan hampaistoon. Erikoishammasteknikon työhön kuuluu olennaisesti hampaiden värinmäärittäminen. Uuden proteesin hampaiden väri tulee sopia yhteen vastapuolen kanssa. Hammasteknikon ja hammaslaborantin tulee osata määrittää hampaiden väri, jotta hammaslaboratoriot voivat tarjota asiakkailleen värinmäärittämissä palveluja.

Valikoidussa aiheessa kiinnostavaa oli se, että värinmäärittäminen on iso osa ammattiamme ja koskettaa jokaista hammasteknikkoa sekä hammaslääkäriä ja täten oppaastamme on hyötyä useille alamme ammattilaiselle. Oikein määritetty väri on ehdoton onnistuneen hammasteknisen työn lopputuloksen kannalta. Opinnäytetyömme auttaa ymmärtämään kuinka erilaiset tekijät ja olosuhteet vaikuttavat värinmäärittämissä tilanteissa sekä lisää tietoa eri väriskaaloista ja niiden käyttötavoista.

2 Väri ja valon vaikutus hammastekniikassa

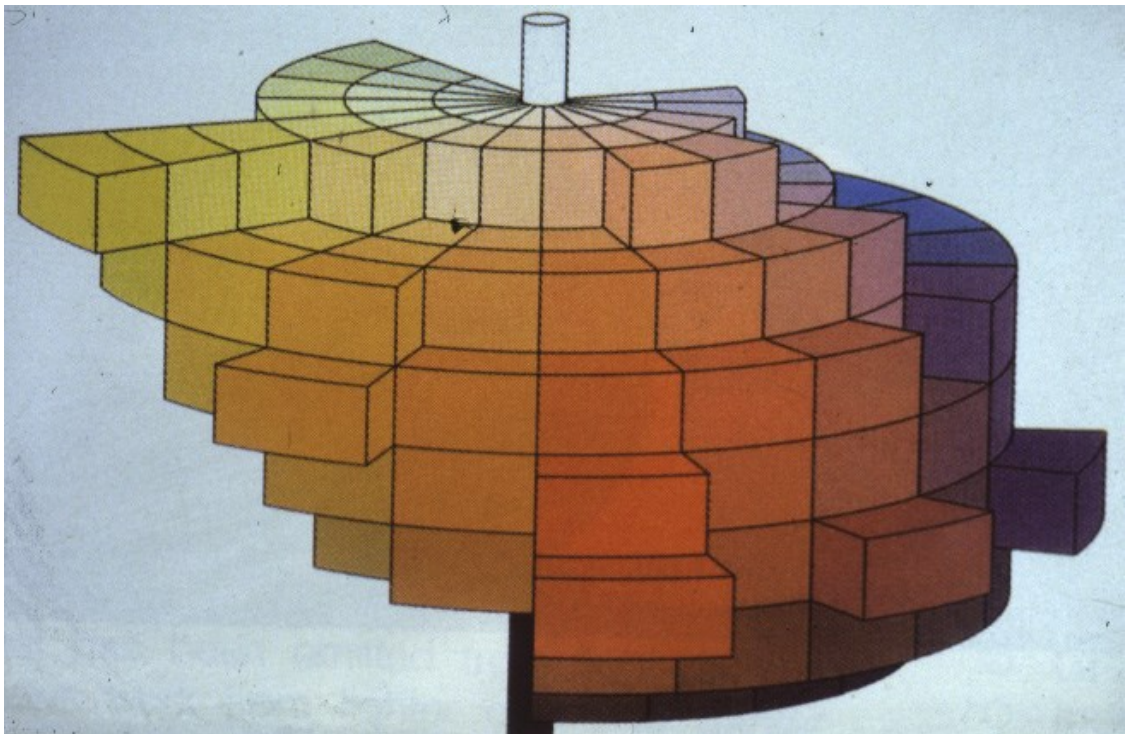
Väri muodostuu valon heijastuksista. Kun valo osuu johonkin pintaan, syntyy värejä. Valo sen sijaan muodostuu sähkömagneettisesta säteilystä. Jokaisella värillä on oma aallonpituus. Ihmissilmän näkemät värit muodostavat valospektrin, joka näkyy kokonaisuudessaan sateenkaassa. Näkyvän valon spektrissä värit on järjestelty niiden aallonpituuksien mukaan. Pitkäaaltoisin väri on punainen ja lyhytaaltoisin sininen. Silmä havaitsee värejä pinnasta heijastuvien valon aallonpituuksien kautta. Pinnat myös imevät valoa. Mikäli pinta heijastaa kaikki valon aallonpituudet, silmä ja aivot tulkitsevat sen valkoiseksi. Jos pinta sen sijaan imee kaikki valon aallonpituudet, on se silloin musta. (Zeiss 2021.)

Yksinkertaistettuna värien näkeminen ihmisellä tapahtuu silmän aistisoluisissa, jotka jakautuvat sauvasoluihin ja tappisoluihin. Näistä soluista tappisolut hoitavat värien havaitsemisen. Tappisolut jakautuvat kolmeen ryhmään, joista jokainen havaitsee valon eri aallonpituuksia. Ryhmät jakautuvat siniselle, punaiselle ja vihreälle valolle herkkiin tappisoluihin. Näistä väreistä muodostuu päävärit. Kun tappisolut reagoivat aallonpituuksiin ne lähettävät tiedon aivoille, joka tulkitsee ne sitten väreiksi. Yleisimmät värinäön häiriöt ovat puna- viher ja viher- punaheikkoudet. Tällöin ihmisen punaiselle tai vihreälle herkät tappisolut eivät toimi ollenkaan tai puutteellisesti. Kyseiset häiriöt ovat este onnistuneelle hampaan värinmäärittämiselle. (Zeiss 2021.)

Näkyvä valo voidaan hajottaa prisman avulla kaikkiin spektrin väreihin punaisesta violettiin, pääväreinään punainen, sininen ja keltainen. Punaiset ja oranssit värit ovat aallonpituudeltaan suurempia, kun taas siniset ja violetit värit ovat aallonpituudeltaan pienempiä. Luonnonhampaan kiilteessä on opaalimaista läpikuultavuutta. Näkyvän valon spektrin lyhyemmät aallonpituudet heijastuvat täydellisesti hampaan pinnalta muodostaen sinertävän värisävyn, mikä johtuu hampaan kiilteen pienestä kiderakenteesta. Suuremmat aallonpituudet sen sijaan läpäisevät hampaan. Tämän ilmiön takia hampaan

kärkialueella havaitaan sinertävää värisävyä. (Brix 2003, 58; Hashemikamangar, S ym. 2019.)

Albert Henri Munsell kuvaa teoksessaan *Atlas of the Munsell Color System* väriä kolmiulotteisena ilmiönä (Kuva 1). Nämä kolme ulottuvuutta ovat värisävy (hue), värin intensiteetti (chroma) sekä harmausaste eli valööri (value). Värisävy on ominaisuus, joka erottaa värisävyt toisistaan, esimerkiksi punaisen keltaisesta tai vihreän sinisestä.



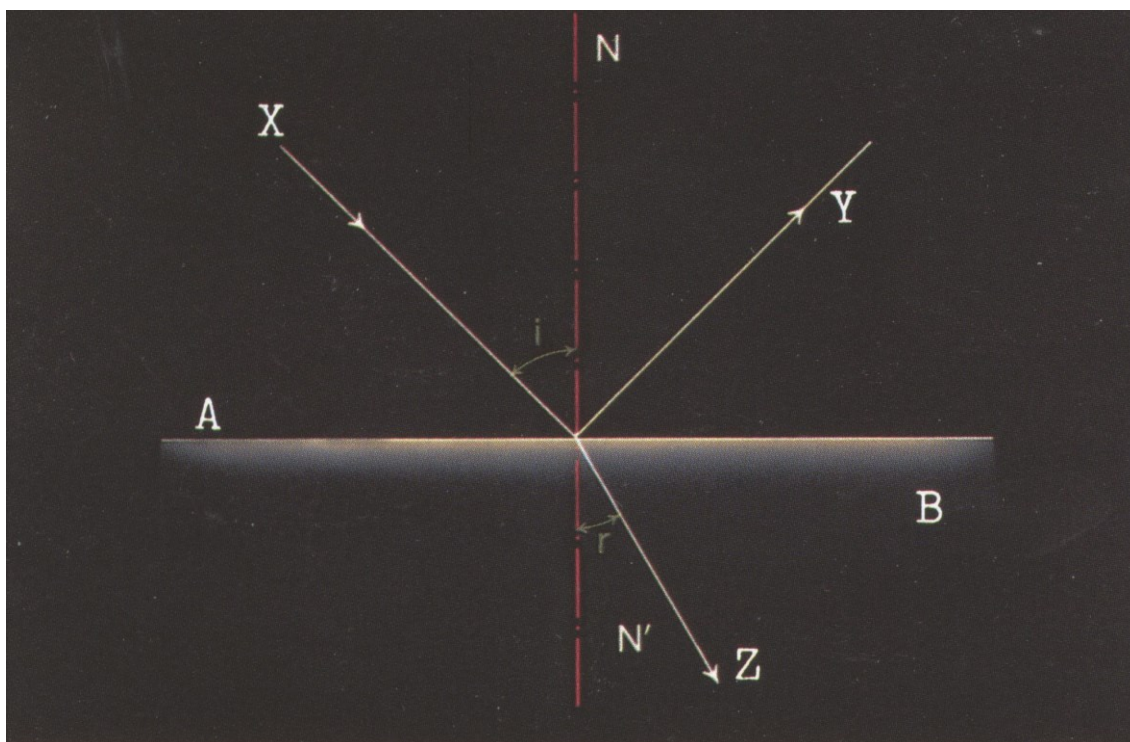
Kuva 1 Värien kolmiulotteisuus Munsellin mukaan (Ubassy 1993, 22)

Hampaistossa voidaan värisävyä kuvata esimerkiksi siten, että hammas näyttää keltaiselta tai oranssilta. Värin intensiteetillä tarkoitetaan värin vaihtelua voimakkaasta sävystä vähemmän voimakkaaseen sävyyn. Yksi hammas voi olla voimakkaammin kellertävä tai oranssi kuin toinen. Harmausasteella eli valöörillä tarkoitetaan vaihtelua harmaammasta valoisampaan ja se vaihtelee aina mustasta valkoiseen asti. (Ubassy 1993, 21–22; Brix 2003, 63; Ubassy 2008, 22.)

Näistä värin ulottuvuuksista valööri on kaikkein tärkein. Jos värisävy olisikin oikea muuhun hampaistoon nähden, mutta värin harmausaste on väärä, tulee lopputuloksesta keinotekoisen näköinen. Esimerkiksi, jos värisävy on oikea, mutta valööri on matala, rakenne näyttää liian harmaalta. (Ubassy 1993, 22.)

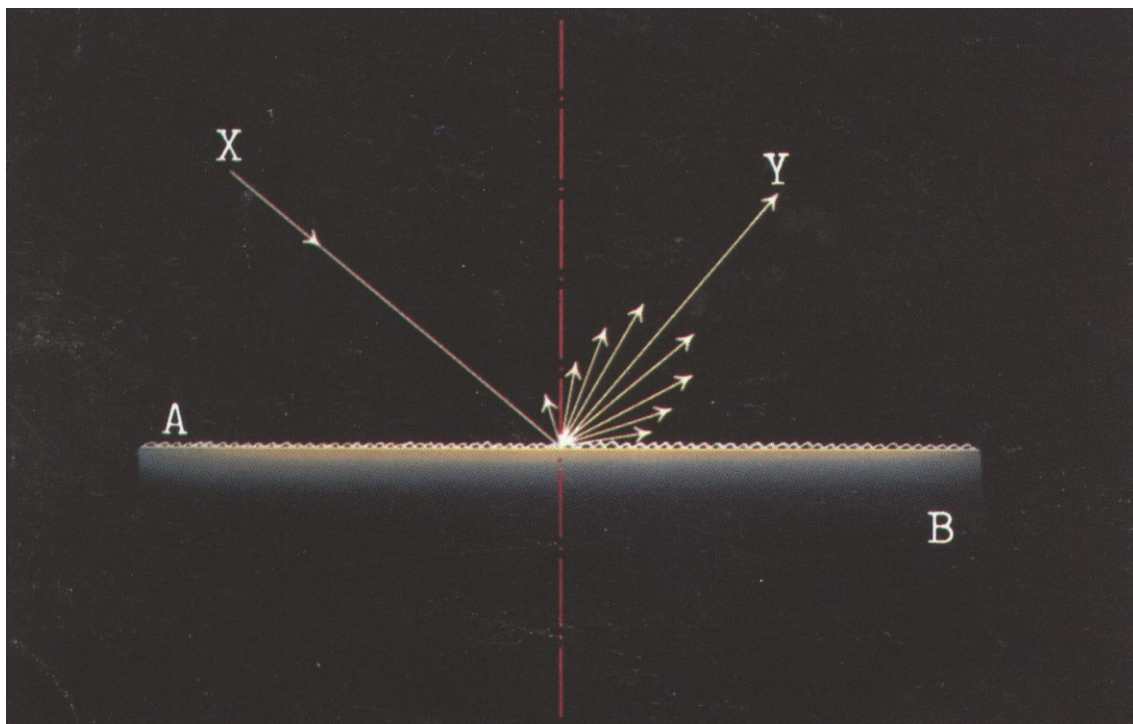
Läpikuultavuuden aste hammasteknisessä materiaalissa on myös merkittävä. Hampaan ominaisuuteen kuuluu hampaan läpikuultavuus, mikä tarkoittaa valon kulkua osittain hampaan läpi. Täten läpikuultavuudesta tulee neljäs värin ulottuvuus värisävyn, värin intensiteetin sekä harmausasteen eli valöörin lisäksi. (Ubassy 1993, 23; Brix 2003, 64.)

Hammasalalla on otettava huomioon myös valon käyttäytyminen erimuotoisen materian pinnalla. Valon kohdatessa sileän läpikuultavan pinnan, tapahtuu valon heijastuminen. Osa valosta heijastuu ja läpimenevä osa taittuu. Valon tulokulma on sama kuin heijastuskulma. Tällöin puhutaan valon peiliheijastumisesta (Kuva 2).



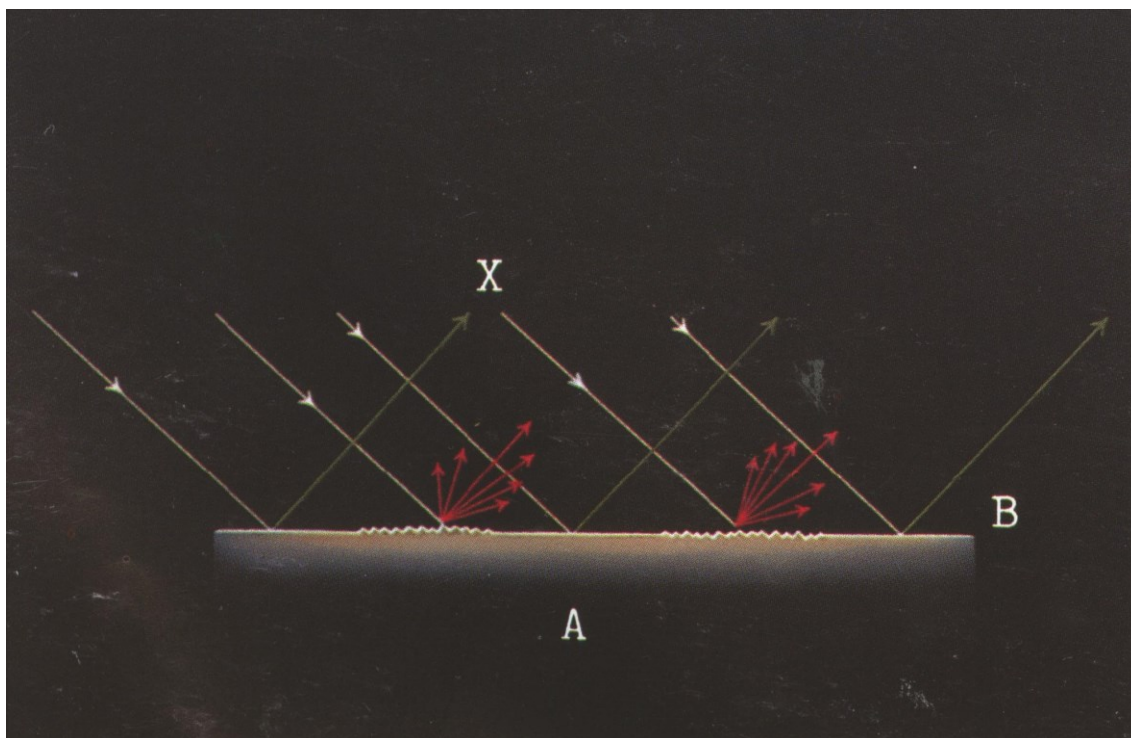
Kuva 2 Valon peiliheijastuminen sileällä pinnalla (Ubassy 1993, s. 202)

Vastaavasti valon kohdatessa epätasaisen pinnan, tapahtuu sekä valon heijastumista että valon siroutumista. Tällöin on kyse valon hajaheijastuksesta (Kuva 3).



Kuva 3 Valon hajaheijastuminen epätasaiselta pinnalta (Ubassy 1993, s.202)

Mikäli pinta sisältää sekä sileää että epätasaisista pintaa, tapahtuu sekä valon peiliheijastusta että valon hajaheijastusta (Kuva 4).



Kuva 4 Valon peili- sekä hajaheijastuminen pintamuodoltaan vaihtelevalla pinnalta (Ubassy 1993, 202)

Erilaisten hampaan pinnanmuotojen jäljittely luo mahdollisuuden luonnollisille valon heijastuksille. (Ubassy 1993, 202–203)

3 Värinmäärityksen kannalta tärkeät hampaan ominaisuudet

3.1 Hampaan fyysiset ominaisuudet

Jokainen hammas koostuu kolmesta osasta: kruunusta, joka ulottuu ikenen alle; juuresta, joka kiinnittyy alveoliharjanteeseen sekä kaulaosasta, joka on kruunun ja juuren liitoskohta. Hampaan keskiosassa sijaitsee pulpan ydinontelo, joka sisältää verisuonia ja hermoja ja on yhteydessä periodontaalikudokseen ohuen juurikanavan avulla. Jokainen hammas sisältää sekä kovaa että pehmeää kudosta. Kiille, dentiini sekä hampaan juuren ympärillä oleva kiinnityskudos ovat kovaa kudosta, kun taas hampaan pulpa on pehmeää kudosta. (Shen 2013, 6.)

Hampaan kiille on hampaan uloin kerros ja se peittää hampaan pinnan. Kiilteen paksuus vaihtelee jopa 2.5 mm asti. Kiille on kehon vahvin aine ja sen väri on maitomaisen valkoinen tai vaalean kellertävä riippuen sen paksuudesta sekä mineraalisaation asteesta. Mitä korkeampi mineraalisaation aste, sitä läpikuultavampi kiille on. Tällöin se heijastaa enemmän alla olevan dentiinin kellertävää värisävyä. Maitohampaan kiille on vastaavasti enemmän maidonvalkoinen, koska mineraalisaation aste on vähäisempi kuin pysyvissä hampaissa. (Shen 2013, 6.)

Dentiini muodostaa hampaan rungon, jota ympäröi kiille kruunun osalta ja kiinnityskudos juuren osalta. Dentiinin keskiosassa sijaitsee vastaavasti pulpa. Toisin kuin kiillettä, dentiiniä muodostuu kaiken aikaa johtuen siihen kohdistuneesta ärsykkeestä kuten hampaan reikiintymisestä tai kulumisesta. (Shen 2013, 10.)

3.2 Hampaan optiset ominaisuudet

Hampaiden ulkonäkö määrittyy pääosin hampaiden optisten ominaisuuksien mukaan. Hampaan väriä pidetään kaikista tärkeimpänä näistä ominaisuuksista. Hampaan värin lisäksi, opaakkisuudella, fluoresenssillä, opalesenssillä sekä

metamerismillä on myös tärkeä rooli hampaan optisissa ominaisuuksissa. Kaikki nämä optiset ominaisuudet näkyvät hampaistossa, kun siihen kohdistetaan valoa tai sitä katsotaan ihmissilmin. (Shen 2013, 14.)

3.3 Hampaan väri

Jonkin objektin värin havainnointi on fysiologinen vastaus fyysiseen ärsykkeeseen. Luonnollisen hampaan kruunu koostuu monesta kerroksesta. Hampaan pulpa sijaitsee dentiinin sisällä ja tätä puolestaan ympäröi uloimpana kerroksena hampaan kiille. Kun valo osuu hampaan pinnalle, valon heijastusta, imeytymistä sekä välittymistä tapahtuu eri kerroksissa eri astein. Ihmissilmin havaittava heijastuva valo määrittää hampaan värin. Suuria määriä orgaanisia yhdisteitä sisältävä dentiini heijastaa valon suurempia aallonpituuksia tehokkaasti ja vaikuttaa kellertävältä. Dentiini vaikuttaa vahvasti hampaan väriin, kun taas kiilteellä on vain pieni rooli hampaan värin muodostamisessa. (Shen 2013, 6.)

Hampaan väri vaihtelee hampaistossa, koska hampaistossa olevat hampaat eivät ole rakenteeltaan kaikki samanlaisia. Etualueella ylähampaat ovat lämpöisämmän värisiä kuin alahampaat. Etuinkisiivit ovat viereisten inkisiivien kanssa samankaltaisen värisiä, kun taas kulmahampaat ovat enemmän punaisen kellertäviä sekä värikylläisempiä. Myös yksittäisessä hampaassa on värinmuutoksia. Hammas on yleensä vaaleampi inkisaalikärjestä sekä hampaan keskiosasta ja tummempi kervikaalialueelta. (Shen 2013, 15.)

Hampaan värjäntymistä ilmenee aina ja se vaikuttaa yksilölliseen ulkonäköön. Hampaan värjäntyminen voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan: luontaiseen, ulkoiseen sekä sisäiseen värjäntymiseen. Luontainen värjäntyminen tapahtuu, kun hampaiston kovakudoksissa tapahtuu rakenteellisia muutoksia. Sitä aiheuttaa lukuisat eri metaboliset sairaudet sekä paikalliset ja systeemiset tekijät. Ulkoinen värjäntyminen tapahtuu, kun hampaan pinnalle kerrostuu kalsiumfosfaattia tai muita pigmenttejä. Sisäinen värjäntyminen on komplementaarinen luokka ulkoiselle värjäntymiselle. Se tarkoittaa ulkoisen

värjäymän imeytymistä hampaan sisään. Tämä prosessi edellyttää kuitenkin jonkinlaista kiilleauriota tai dentiinin suojaamattomuutta. (Shen 2013, 15.)

Jonkin objektin opaakkisuus tai läpikuultavuus määrittää sen, kuinka paljon objekti estää tai mahdollistaa valon kulkua sen läpi. Luonnonhammas on läpikuultava ja kiille on läpikuultavampaa kuin dentiini. Homogeeniset ja tiiviisti pakkautuneet kiilteen prismat helpottavat kiillettä päästämään enemmän valoa lävitse. Läpikuultavuusaste vaihtelee myös yksittäisessä hampaassa. Hampaan inkisaalikärjen alue on aina kaikkein läpikuultavin, kun taas hampaan keskiosa on opaakkisin alue hampaassa. Tämä johtuu siitä, että hampaan inkisaalikärki koostuu enimmäkseen suuren läpikuultavuusasteen omaavasta kiilteestä. Sen sijaan hampaan pulpa sijaitsee kruunun keskiosassa ja pulpan kudokset absorboivat enemmän valoa itseensä ja tämä vähentää siksi hampaan kruunun keskiosan läpikuultavuusastetta. Myös kruunun paksuus vaikuttaa sen opaakkisuuteen tai läpikuultavuusasteeseen. Kruunun ohuimmat kohdat ovat läpikuultavampia kuin kruunun paksummat kohdat. Hampaan läpikuultavuusaste kasvaa iän mukana. (Shen 2013, 16.)

Luonnonhampaissa on fluoresenssia. Tämä tarkoittaa sitä, että hammas loistaa pimeässä, kun se altistetaan UV-valolle. Kun hammas altistetaan UV-valolle, vapautuu sinistä tai valkoista näkyvää valoa. Luonnonhampaan fluoresenssisuus johtuu hammaskudoksen fluoresoivista ainesosista. (Shen 2013, 16–17.)

Opalesenssi voidaan määritellä maitomaiseksi sekä helmiäishohtoiseksi optiseksi ominaisuudeksi. Kun näkyvää valoa kohdistuu luonnonhampaille, inkisaalikärkeen ilmestyy siniharmaa sädekehä. Tämän ilmiön aiheuttaa pääasiassa kiille, jossa monet hydroksiapatiittikiteet ovat järjestäytyneet kiilleprismoiksi, joita ympäröi pieni määrä orgaanisia yhdisteitä. 95 % prosenttia hampaan kiilteestä koostuu näistä hydroksiapatiittikiteistä, jotka ovat läpimitaltaan 25- 100nm sekä ympärysmitaltaan 100 nm-100 µm tai pidempiä. Tämä erityinen rakenne antaa kiillelle kyvyn heijastaa lyhyempiä valon aallonpituuksia (sininen väri), laskea läpi pidemmät aallonpituudet (keltainen-oranssi) ja absorboida keskipitkät aallonpituudet (vihreä väri). (Shen 2013, 17.)

Metamerismi tarkoittaa sitä, kun kaksi spektriltään erilaista väriärsykettä tai objektia näyttää samalta yhdessä valossa, mutta täysin erilaiselta toisenlaisessa valossa. Metamerismi asettaa haasteen, kun halutaan valmistaa kruunu luonnonhampaiden värin mukaisesti. Koska käytetty valonlähde vaikuttaa suoraan metameriaan, on valon laatu ja intensiteetti otettava huomioon värinmäärittämisvaiheessa. (Shen 2013, 17.)

3.4 Hampaan pintarakenne

Luonnonhampaan pintarakenne sisältää pieniä epätasaisuuksia. Hampaan pintarakenteessa havaitaan erilaisuuksia riippuen potilaan iästä, missä kohtaa hampaistossa hammas sijaitsee, hampaan muodosta ja jopa kiilteen kovuudesta. Kuvasta 5 nähdään, millainen on epätasainen hampaan pintarakenne ja kuvasta 6 nähdään esimerkki sileästä hampaan pintarakenteesta.



Kuva 5 Epätasainen hampaan pintarakenne (Ceratech/Kruunuhammas 2024)



Kuva 6 Sileä hampaan pintarakenne (Cerachrome/Kruunuhammas 2024)

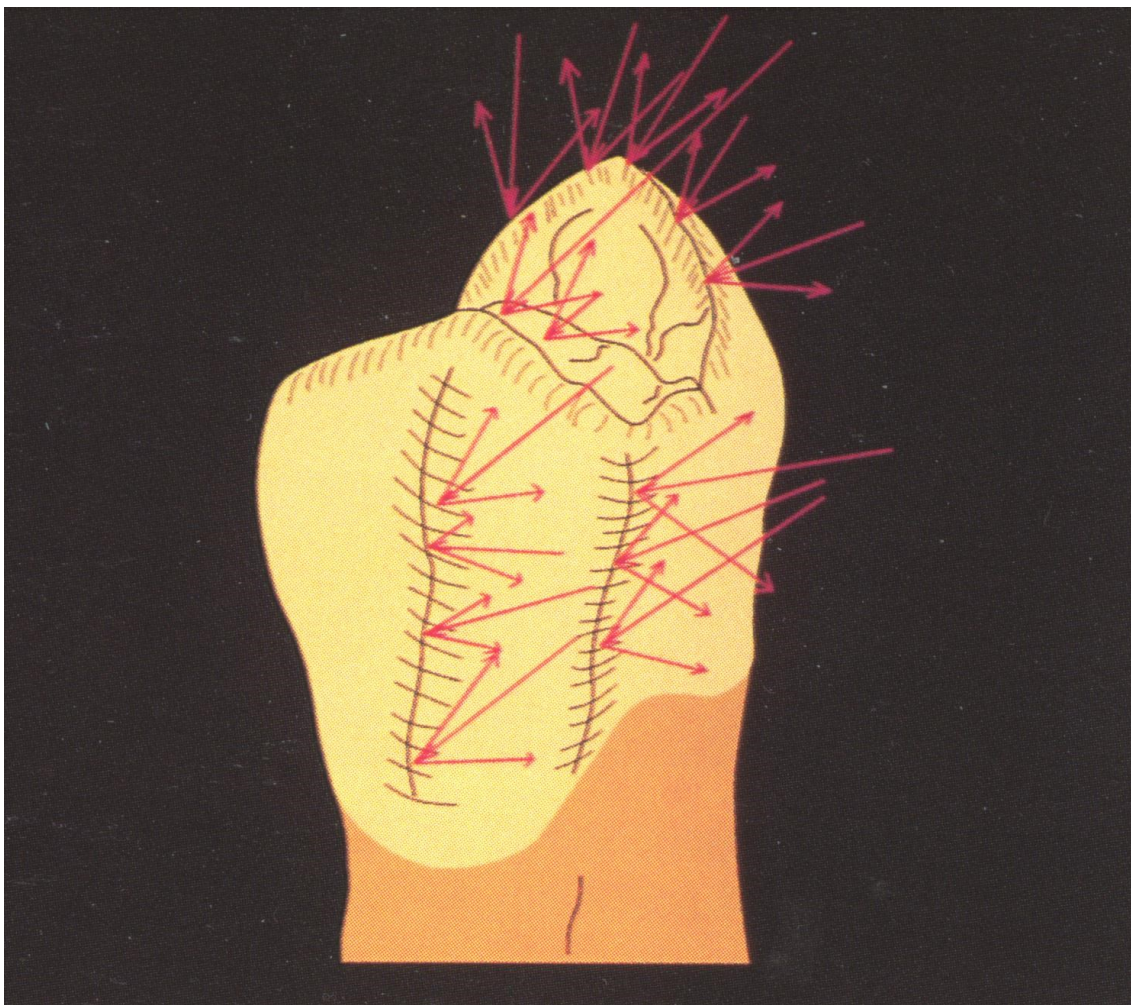
Kiilteen pintarakenteessa tapahtuu muutoksia koko eliniän ajan. Onnistunut hammastekninen rekonstruktio riippuu laajasti ja monesta syystä hampaan pintarakenteesta ja sen pintakiillosta. Nuoressa hampaistossa on paljon hampaan pinnan epäsäännöllisyyksiä ja pinta on vähemmän kiiltävä. Keski-ikäisellä tai vanhemmalla hampaistolla on vähemmän pinnan epäsäännöllisyyksiä ja kiiltoaste on voimakkaampi. Kun hampaan väristä keskustellaan hammaslääkärin ja hammaslaboratorion välillä, hampaan pintarakenne sekä kiiltoaste täytyy aina kuvailla. Kuvasta 7 nähdään, kuinka valmistetuissa dd. 22–23 on oikea kiiltoaste, kun taas dd. 12–13 on väärä kiiltoaste etuhampaisiin nähden.



Kuva 7 dd. 22–23 oikea kiiltoaste (Ceratech/Kruunuhammas 2024)

Pintamuodot voidaan ilmoittaa esimerkiksi ilmoittaen voimakas kuviointi, lievä kuviointi tai sileä. Vastaavasti kiiltoaste ilmoitetaan kiiltävä, puolikiiltävä ja matta. (Ubassy 1993, 197.)

Tarkastellessa hampaan pintarakennetta ja sen valon heijastamista, valon peiliheijastuminen tapahtuu erityisesti pulleissa ja kaarevissa kohdissa hammasta, koska ne ovat yleensä sileitä kohtia (Kuva 8).



Kuva 8 Peiliheijastuminen hampaan sileillä pinnoilla (Ubassy 1993, 203)

Vastaavasti fissuuran kohdalla sekä koverissa hampaan pinnanmuodoissa tapahtuu enemmän valon hajaheijastusta (Kuva 9).



Kuva 9 Valon hajaheijastuminen hampaan karheilla pinnoilla (Ubassy 1993, 203)

Hampaiden pinnanmuodot vaihtelevat niiden paikan mukaan. Kun hampaat ovat enemmän linguaalisesti, ne ovat enemmän suojassa ja niissä on enemmän pintakuviointia ja näyttävät vähemmän kiiltäviltä. Fakiaalisemmin sijaitsevat hampaat ovat ulompana ja tämän takia ne ovat sileämpiä sekä omaavat suuremman kiiltoasteen. Yläpuolen etuhampaiden pinnanmuodot erottuvat alapuolen hampaista siten, että alapuolen hampaissa on enemmän pintakuviointia ja ne ovat vähemmän kiiltäviä, koska ne ovat yläleukaluun suojassa. (Ubassy 1993, 201–203.)

4 Värinmäärittystila

Optimaaliseen värinmäärittelykseen vaikuttaa useat eri tekijät. Yksi iso tekijä optimaaliseen värinmäärittelykseen on siihen suunniteltu ympäristö. Väärässä ympäristössä värinmäärittely vaikeutuu ja esimerkiksi metameria lisääntyy. Metamerialla tarkoitetaan ilmiötä, jossa sama sävy näyttäytyy eri valaistuksessa eri väriseltä. Metameriaan vaikuttaa valaistus, esimerkiksi luonnonvalossa (D65) ja loisteputkivalaistuksessa (F11) tietyt sävyt esiintyvät eri värisinä (Myllymäki 2021, 18). Jotta ympäristö saadaan värinmäärittelyä varten mahdollisimman optimaaliseksi, pitää ottaa huomioon valonlähteen laatu, määrä, kontrastit, häikäisy, huoneen pintojen värit, potilaan vaatteiden väri sekä kirkkaat meikit. (Khalid 2020, 238–245.)

4.1 Huoneen valaistus ja pintojen värit

Huoneen valaistuksella on iso rooli värinmäärittelyssä, sillä jo pelkästään valaistusta muuttamalla hampaan väri voidaan määrittää moneen eri väriin. Parhaiten värinmäärittely onnistuu epäsuorassa luonnonvalossa. Pohjoisessa luonnonvalo on parhaimmillaan noin klo.10 aikaan aamulla (Geissberger 2010, 210). Tällöin saavutetaan ihanteellisin värilämpötila 5500K- 6500K. Keskipäivällä auringonvalo on värijakaumaltaan tasaisinta. Suomessa on usein niin pimeää, että värinmäärittely ei onnistu luonnonvalossa, joten valaistus täytyy tehdä keinovalojen avulla. Keinovaloilla pyritään matkimaan luonnonvaloa. Keinotekoisessa valaistuksessa hampaan väri muuttuu helposti keltaisemmaksi kuin se oikeasti on. Esimerkkinä hehkulamput. Tästä syystä on tärkeää käyttää oikeanlaisia valaisimia. Kuvassa 10 esimerkki oikeanlaisella valolähteellä otetusta tarkasta kuvasta ja kuvassa 11 esimerkki vääränlaisella valolähteellä otetusta epätarkasta kuvasta.



Kuva 10 Oikeanlainen valonlähde (Cerotech/Kruunuhammas 2024)



Kuva 11 Vääränlainen valolähde (Cerotech/Kruunuhammas 2024)

Valaistuksen tulisi olla epäsuoraa, jotta saadaan minimoitua häikäisy sekä spektriheijastukset. Epäsuora valaistus myös imitoi auringonvaloa. Valonlähde tulisi näin ollen asettaa 45 asteen kulmaan potilaasta. (Bajaj 2023, 79–85.)

Pintojen väreillä voidaan myös helpottaa sekä tarkentaa värinmäärittystä. Huoneen pinnat ja potilaan sekä hammaslääkärin vaatteiden väreillä on merkitystä. Kirkkaita värejä tulisi välttää. Ne heijastavat liikaa valoa sekä heikentävät värisävyjen havainnointikykyä. Ympäristön värisävyt kuten seinät, henkilökunnan vaatteet, huonekalut ja potilasliinat tulisivat olla maksimissaan 4 Munsellin yksikköä eli pastellin sävyt tai neutraalin harmaa ovat optimaalisia sävyjä. Kyseiset värit eivät vaikuta värien kolmiulotteisuuteen. Esimerkiksi seinien väreiksi suositellaan neutraalin vaalean harmaata. Potilasliinat ovat yleensä pastellin sävyissä, jotta niiden avulla voidaan peittää potilaan värikkäät vaatteet. Mikäli potilaalla on värikästä meikkiä, kuten esimerkiksi huulipunaa, tulee se pyyhkiä pois ennen värinmäärittystä. Neutraaleja värisävyjä käytetään myös silmien neutraloimiseen värinmäärittäksen aikana. Värinmäärittystä tehdessä hammasta tulisi katsoa vain 5 sekuntia kerrallaan, sillä ihmissilmä tottuu punaiseen ja keltaiseen väriin. Jotta silmä saadaan neutralisoitua, tulee värinmäärittäjän katsoa hetken aikaa neutraalin vaalean harmaata sävyä, jonka valonheijastuvuus on 18 %. Joskus värinmäärittäjälle muodostuu niin sanottuja jälkikuvia, mikäli yhdenväristä esinettä katsotaan liian kauan. Jälkikuvien neutralisointi onnistuu katsomalla hetken aikaa sinistä esinettä. (Sikri 2010, 249–255.)

4.2 Valaistuksen yksiköt ja niiden arvot

Kelvineillä (K) tarkoitetaan valon värilämpötilaa. Sillä mitataan valon väriä. Kelvin- asteikko perustuu mustan rautapallon värisävyihin, kun sitä lämmitetään. Mitä korkeampi Kelvin arvo on, sitä kylmempi ja sinertävämpi on valaisimen tuottama valon väri. Värilämpötila-asteikossa alin arvo on 0K, joka tarkoittaa

mustaa. Kun rautapallon lämmittää esimerkiksi 800 kelviniin se muuttuu hohtavan punaiseksi. Tällöin sen Kelvin arvo on 800K. Kun rautapallon lämmittää 5000 kelviniin se on täysin valkoinen ja 20 000 kelvinissä se on sininen. Kelvin arvot rajautuvat lampuissa 1000 ja 12 000 väliin. Hampaiden värinmäärittämisessä huoneen lamppujen kelvinarvojen tulisi olla 5500K (D55 – 6500K (D65). Tällöin valojen värielämytila olisi mahdollisimman lähellä keskipäivän auringon valoa. (Limente 2024.)

CIE eli Commission Internationale de l'Eclairage suomeksi tunnetaan nimellä kansainvälinen valaistuskomissio. Se on erikoistunut tutkimaan ja kehittämään valoon, valaistukseen ja väritieteeseen liittyviä asioita. Organisaatio on kehittänyt useita standardeja kyseisiin aihealueisiin liittyen. CIE on esimerkiksi julkaissut useita CIE- standardivalaisimia, joille jokaiselle on määritetty tarkat ominaisuudet, joiden mukaan niitä voidaan käyttää värien vertailussa myös erilaisissa valaistusolosuhteissa. Lyhyesti selitettynä A- luokan standardivalaisin on lähimpänä perinteistä hehkulamppua. D65- standardivalaisin kuvaa päivänvaloa ja sen kelvinarvo on noin 6500K. Tätä kyseistä lamppua suositellaan käytettäväksi värinmäärittämisolosuhteissa. Uusin standardivalaisin on D50, joka on otettu standardiksi sen suuren käytön vuoksi. D50- valaisin kuvaa päivänvaloa noin 5000 Kelvinissä, eli se on lähempänä lämmintä päivänvaloa kuin D65, mikä ei sen takia ole ihanteellisin valaistus värinmäärittämiseen. (International Commission on Illumination 2022.)

Valonmäärää mittaava yksikkö on lumen (lm). Se kertoo, kuinka paljon valoa valonlähde tuottaa ympäristöönsä. Mitä isompi lumen arvo, sitä kirkkaampi valonlähde. Lumen arvot vaihtelevat eri valon tyypeillä, väreillä ja voimanlähteillä. Huoneeseen valittavien lamppujen ostossa tulee ottaa huomioon huoneen koko ja käyttötarkoitus. Hampaan värinmäärittämisessä huoneen lumen arvot tulisivat olla noin 2900lm. Liian alhainen valonmäärä värinmäärittämisolosuhteissa heikentää pienten yksityiskohtien havainnointia sekä vaikeuttaa eri sävyjen havaitsemista. (Bhat ym. 2011, 804–809.)

Valaistusvoimakkuuden yksikkö on luksi (lx). Luksi kuvaa valonlähteen voimakkuutta valaistavalla pinnalla ($lx = lm/m^2$). Valaistusvoimakkuuteen

vaikuttaa lampun valovirta, valaisimen optiset ominaisuudet sekä etäisyys valaistavasta pinnasta. Esimerkiksi 100 lumenin lamppu osoittaa 1 m² alueelle sen luksin arvo on 100. Kun samalla 100 lumenin lampulla osoittaa 10 m² alueelle sen valaistusvoimakkuus on vain 10 luksia, SFS-EN 12464-1:2021-Standardissa on määritetty, että hammaslääkärin työvalon valaistuksen voimakkuus tulisi olla 10 000 luksia ja hammasklinikan hoituhuoneissa valaistuksen voimakkuus tulisi olla 1000 luksia. Hoituhuoneiden valaistuksen voimakkuus on korkeampi kuin muissa yleisissä toimitiloissa, kuten toimistoissa, koska hammaslääkärin työvalo on niin tehokas, että syntyy niin sanottu tunneliefekti. Tällä tarkoitetaan, että katse ja havainnointi kohdistuvat normaalia pienemmälle alueelle. Tämän välttämiseksi huoneen valaistus on tehokkaampi, jotta huoneen valaistuksen ja työvalon valonvoimakkuuden eroa saadaan tasoitettua. Valon tasaisuus edesauttaa myös silmien toimintaa ja estää häikäistymistä, kun katse siirtyy työvalosta pois ja takaisin. Värinmäärittäessä ei kuitenkaan saa käyttää hammaslääkärin työvaloa sen kirkkauden vuoksi. Värinmäärittäykseen on erikseen suunniteltu siihen sopivia käsikäyttöisiä valaisimia. Näiden valaisimien hyötyinä on, että taustavärien vaikutus vähenee ja värinmäärittäminen helpottuu. Esimerkkeinä käsikäyttöisistä värinmäärittäysvaloista voidaan käyttää Demeteron –Shade light ja Rite Lit- valaisimia. (Bajaj 2023, 79–85). Niiden avulla myös hampaan pinnassa olevat yksityiskohdat erottuvat paremmin. Värinmäärittäystä varten suositeltu valonvoimakkuus tulisi olla n. 1000- 2000lx. (Chu 2017, 30.)

Päivänvaloa tavoitellessa tulee myös tarkastella lampun CRI- lukemaa. CRI eli Color Renderin Index kertoo, kuinka hyvin ja puhtaasti valolähde toistaa eri värejä verrattuna vertailuvalonlähteeseen eli aurinkoon asteikolla 0–100 %. Asteikolla 0 % tarkoittaisi, ettei valonlähde toistaisi ollenkaan värejä eli kyseisessä valossa kaikki olisi mustavalkoista. 100 % tarkoittaa auringonvaloa. CRI- arvoa voidaan testata kahdella eri tavalla. Ns. ”yleinen CRI” jonka yksikkönä on Ra. Yksikön a -kirjain tulee sanasta average, joka tarkoittaa keskiarvoa. Tämä testaustapa on suppeampi eli siinä testataan kahdeksan eri värin toistumista valonlähteen valossa verrattuna värien toistumista testin referenssivalossa. Väreistä käytetään lyhenteitä R1-R8. Toinen testaustyyli on

nimeltään Extended CRI, jonka yksikkö on Re. Tämä testaus on laajempi. Kyseisessä testissä käytettäviä referenssivärejä on yhteensä 15. R1-R8 sekä R9-R15- (Valokas, 2024) Hammaslääkärinvastaanorolla valaistuksen CRI- arvo tulisi olla vähintään 90 %. (Chu 2017, 80.)

5 Inhimilliset tekijät

5.1 Värin havainnointi

Se kuinka tarkasti havaitsemme värejä, riippuu pupilleista, jotka reagoivat valon kanssa. Kun valaistus on hämärä, pupillit laajenevat ja kirkkaassa valaistuksessa ne suurenevat. Kun pupillit ovat laajenneet, niiden väritarkkuus heikkenee, koska silloin aktivoituvat anturit ovat vähemmän tarkkoja.

Esimerkiksi lääkärin työvaloa ei saisi käyttää värinmäärityksen aikana, koska se on liian kirkas. (Sikri 2010, 249–255.)

Värin havainnointia vaikeuttavia tekijöitä ovat muun muassa kromaattinen muisti, diffuusio- sekoittuminen ja värikonstanssi eli värin pysyvyys.

Kromaattinen muisti tarkoittaa sitä, että kun katsomme tiettyä väriä tarpeeksi kauan, niin väristä ilmestyy jälkikuva. Diffuusio-sekoittumisella tarkoitetaan, kun kaksi väriä muodostavat kauempaa katsottuna yhden värin. Värikonstanssi eli värin pysyvyys ilmenee valon vaikutuksesta esineen väriin. Eli valaistuksen muuttuessa koemme kuitenkin esineen värin muuttumattomana. Esimerkiksi punainen lipasto on normaalissa kirkkaassa valaistuksessa punainen, mutta hämärässä valaistuksessa se saattaa näyttää ruskealta tai harmaalta niin koemme sen silti olevan punainen. (Hintsanen 2024.)

Värinmäärityksessä saattaa syntyä väriväsymystä sekä silmän väsymystä. Niitä voidaan ennaltaehkäistä suorittamalla värinmääritys aamulla tai aamupäivällä, jolloin silmä on virkeä ja vastaanottava. Värinmääritys tulisi myös suorittaa vastaanoton alussa, jotta hampaiden väriin ei ole vielä ehtinyt tottua. Ihmissilmä tottuu punaiseen ja keltaiseen väriin, joten hampaita saisi katsoa kerrallaan vain 5 sekuntia. Väriväsymystä voidaan ennaltaehkäistä siten, että katsotaan hammasta enimmillään vain 5 sekuntia kerrallaan ja neutralisoidaan se tämän jälkeen katsomalla hetken aikaa neutraalin harmaata. Jälkikuvien neutralisointi onnistuu katsomalla sinistä esinettä hetken aikaa. Sitä ei kuitenkaan kannata

katsoa liian kauaa sillä myös siitä syntyy jälkikuvia. Sininen väri myös tehostaa sen vastavärin havainnointia eli oranssia, joka on yleinen väri hampaistossa. (Sikri 2010, 249–255.)

lällä on myös vaikutusta värien havainnointiin. Ihmissilmän mykiö eli silmän linssi kellastuu ajan myötä. Kellastuminen vaikeuttaa sinisten värien erottavuutta. Siniset värit näkyvät tällöin harmahtavana. Iän myötä myös kontrastien erotuskyky ja värinäkö heikkenee, mikä johtuu mykiön samentumisesta. Mykiön samentumista kutsutaan harmaakaihiksi. Harmaakaihi saa henkilön näkemään kaiken kellertävän-ruskeana. Harmaakaihi voidaan kuitenkin korjata silmäleikkauksella. (Leppänen ym. 2007, 2–3 & 11). Muita inhimillisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat värin havainnointiin sekä näön tarkkuuteen ovat tietyt lääkkeet, ikääntyminen, krooniset sairaudet, tunteet, ravinto, väsymys, silmänpainetauti eli glaukooma ja puna-viherheikkous. Puna-viherheikkous on yleisin värinäön häiriö. Synnytyksensä sitä esiintyy 8 % miehistä ja 0.5 % naisista. (Sikri 2010, 249–255.)

5.2 Ympäristön vaikutukset

Ympäristön väreillä ja niiden kontrasteilla potilaan hampaisiin on vaikutusta siihen, miten näemme hampaan värit. Ympäristöön kuulut huoneen värit, potilaan vaatteiden, hiusten, silmien, ihon, ikenen ja viereisten hampaiden värit sekä potilaan meikit kuten huulipuna. (Chu 2017, 37.)

Hammas näyttää sitä vaaleammalta mitä tummempi ympäristö on ja päinvastoin eli, mitä vaaleampi ympäristö sitä tummemmalta hammas näyttää. Ympäristöllä tarkoitetaan esimerkiksi hiuksia, silmiä, ihoa, ientä ja viereisiä hampaita. Myös hampaan koolla ja asennolla on vaikutusta sen vaaleuteen ja toisinpäin. Eli mitä tummempi hammas sitä pienemmältä se näyttää ja mitä pienempi hammas on sitä tummemmalta se näyttää. Vastaavasti vaalea hammas näyttää isolta ja iso hammas näyttää vaalealta. Mikäli hammas on kallistuneena eteenpäin se näyttää vaaleammalta kuin muut hampaat. Jos hammas sen sijaan on

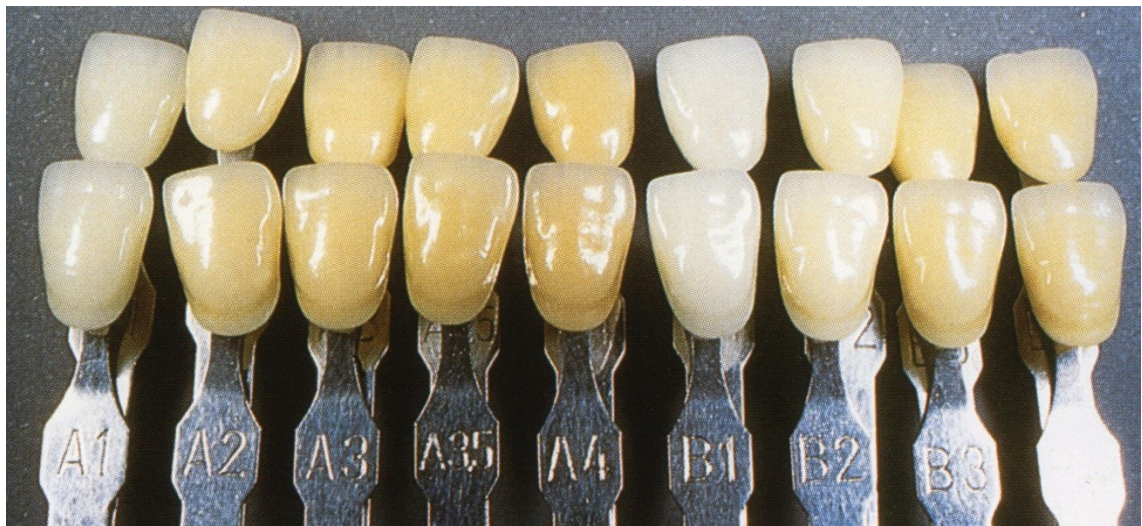
kallistunut sisäänpäin se näyttää tummemmalta viereisiin hampaisiin verrattuna. Myös ikenellä on vaikutusta hampaan värin vaaleuteen. Tämä ilmenee esimerkiksi tulehtuneissa ikenissä. Tulehtuneet ikenet ovat punaisemmat ja tummemmat kuin terveet ikenet, joten ne saavat kruunun näyttämään vaaleammalta. Kun ien parantuu ja sen väri vaalenee, valmis kruunu näyttää suussa tummemmalta kuin aluksi. (Chu 2017, 37–42.)

Ympäristön värisävyt näkyvät hampaassa vahvempana. Tästä syystä huoneen seinien väreiksi suositetaan pastellin sävyjä tai neutraalin harmaata. Myös harmaakorttia voidaan käyttää apuna hampaan värinmäärittämisessä, jotta ympäristön väreillä ei olisi vaikutusta siihen, miten näemme hampaan värit. Hampaan värisävyjen havainnointiin auttaa vastavärien katselu. Suurin osa hampaiden värisävyistä ovat oranssin eri sävyjä. Jotta kyseiset sävyt näkyisivät kirkkaammin, tulisi värinmäärittäjän katsoa vaalean oranssin vastaväriä eli vaalean sinistä. (Chu 2017, 38–40.)

Ympäristön värien kirkkaudella on vaikutusta siihen, miten kirkkaana näemme hampaan värit. Mikäli ympäristön värien intensiteetti on matala, saa se hampaiston värit näyttämään kirkkaammilta. Tämä toimii myös toisinpäin. Mitä kirkkaammat värit ympäristössä, sitä haaleampi ja harmahtavampi hammas on. (Chu 2017, 36–37.)

6 Väriskaalat

Väriskaaloja on useita erilaisia. On olemassa standardiskaaloja sekä yksittäisiä eri materiaalikohtaisia väriskaaloja, joita kutsutaan myös väri-indikaattoreiksi. Skaaloja voidaan käyttää hampaan tai siitä tehdyn pilarin värinmäärittämisessä sekä apuna kiinteiden korojen tai irrotettavien proteesien valmistuksessa. Jokaisella valmistajalla on omat materiaalikohtaiset väriskaalansa, joiden mukaan niiden materiaalit on lajiteltu. Standardiskaalojen (Kuva 12) avulla voidaan määrittää luonnonhampaiden tai akryylihampaiden yleinen värisävy.



Kuva 12 Standardiväriskaalat (Ceratech/Kruunuhammas 2024)

Standardiskaaloja ovat esimerkiksi Vita Classical, Vita Toothguide 3D- Master ja Ivoclar Chromascop. (Geissberger 2010, 211.)

6.1 Vita Classical

Yleisimmin käytetty väriskaala, johon lähes kaikki markkinoilla olevat skaalat pohjautuvat on vuonna 1956 kehitetty Vita Classical-skaala. Se perustuu kolmiulotteiseen väriavaruuteen, jonka avulla on saatu valmistettua skaala, joka sisältää kaikki maailman yleisimmät hampaiden sävyt. Se sisältää 16 eri sävyä,

jonka lisäksi skaalaan on mahdollista lisätä kolme valkaisu-sävyä 0M1, 0M2 ja 0M3. Skaalan värit on kuvattu kirjain-numero-yhdisteellä. Numerot 1-4 kuvaavat värin intensiteettiä (chroma) sekä valööriä (value). Mitä pienempi numero sitä matalampi intensiteetti ja vaaleampi väri. Ja mitä isompi numero sitä tummempi ja intensiivisempi väri on. Kirjaimet A-D kuvaavat värisävyjä ja ne ovat lajiteltu järjestyksessä neljään osaan. A1- A4 tarkoittaa punertava- rusehtavaa, B1- B4 tarkoittaa punertava- kellertävää, C1- C4 harmahtavia sävyjä ja D2- D4 punertava- harmaata. (Chu 2017, 72.)

Vita on kehittänyt Classical- skaalasta myös uudemman ja laajemman kolmen väriskaalan sarjan Vita 3D- Master. 3D- Master skaaloja on kolme erilaista. Linearguide, Toothguide ja Bleachedguide. Vita Classical:n ja 3D- Master:n erona on se, että 3D- Master skaalat perustuvat värin arvoon ja Classical on sen sijaan rakennettu värisävyyn pohjalta. Linearguide ja Toothguide rakentuvat molemmat samoista 29 eri sävystä. 26 luonnollista sävyä ja 3 valkaisu-sävyä. Molemmilla skaaloilla on mahdollisuus luoda välisävyjä. Skaalojen erot tapahtuvat niiden käyttötavoissa ja rakenteissa. 3D- Master-skaaloissa merkintä tapahtuu numero-kirjain-numero-yhdistelmillä. Ensimmäinen numero merkitsee värin valöörin (value). Numerot muodostavat ryhmät 0-5. 0 tarkoitetaan valkaisu-sävyjä ja 5 tummimpia sävyjä. Värisävyjä (hue) kuvataan skaaloissa kirjaimilla L, M ja R. L- kirjain tarkoittaa kellertävää, M- kirjaimella tarkoitetaan välisävyjä ja R- kirjaimella punertavaa. Toothguidessa sävyt sijoittuvat niiden kirjainten mukaan ryhmiin. L= left, M= middle ja R= right. Poislukien ryhmät 1 ja 5 joissa on ainoastaan M- sävyn värejä. Koodin viimeisellä numerolla tarkoitetaan värin intensiteettiä (chroma). Se jakautuu kolmeen ryhmään 1-3. 1 tarkoitetaan alhaista värin intensiteettiä, 2 keskivertoa ja 3 runsasta. (Chu, 2017, 72-73.)

6.2 Vita Toothguide 3D- Master

Toothguide:lla värinmäärittäminen tapahtuu kolmivaiheisena. Siinä värisävyt on jaettu viiteen ryhmään värin vaaleuden mukaan. Mitä pienempi numero kirjaimen edessä, sitä vaaleampi ryhmä on kyseessä. Värin intensiteettiä kuvaa numerot

ryhmänumeroiden alla. Ne on jaettu viiteen ryhmään 1, 1.5, 2, 2.5 ja 3. Mitä isompi numero, sitä intensiivisempi väri on. Värinmäärityksessä intensiteetti valitaan kuitenkin 1, 2 ja 3 väliltä. 1.5 ja 2.5 kulkevat värisävyn mukana. Kolmivaiheinen värinmääritys alkaa valöörin valitsemisella. Se valitaan skaalan ylimmältä riviltä horisontaalisesti ryhmistä 0–5. Valöörin ja intensiteetin valinnassa kaikki mallihampaiden sävyt ovat M- ryhmässä eli kellertävän ja punertavan välimaastossa. Valöörin jälkeen valitaan sävyn intensiteetti. Se jakautuu kolmeen ryhmään, jotka sijoittuvat skaalalle vertikaalisesti asteikolla 1–3. Myös silloin sävy on vielä M- ryhmässä. Viimeisenä valitaan värisävy. Sävyryhmät sijaitsevat intensiteetin molemmilla puolilla jakautuen ryhmiin L, M ja R. Mikäli hampaan tulisi olla kellertävämpi, valitaan L- ryhmän sävy ja mikäli värin tulisi olla punertavampi valitaan silloin R- ryhmän sävy. Ryhmissä 0, 1 ja 5 on vain M- sävyn värejä, joten silloin viimeistä vaihetta ei tarvitse tehdä. Ryhmien 2, 3 ja 4 väreissä sävy voidaan valita erikseen. (Chu, 2017, 73–74.)

6.3 Vita Linearguide 3D- Master

Linearguide:n toimintaperiaate on kaksivaiheinen värinmääritys. Sitä pidetään yleisesti helppokäyttöisenä. Skaalassa värimallit on jaoteltu kuuteen ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä valitaan valööri. Valööri jakautuu asteikolla 0–5. Valitun valöörin jälkeen siirrytään sen antaman numeron mukaiseen ryhmään. Ryhmässä on 5–6 eri värimallia, joiden mukaan valitaan sekä värisävy, että intensiteetti. (Chu, 2017, 74–75.)

6.4 Vita Bleachedguide 3D- Master

Bleachedguide- skaala on tarkoitettu hampaiden valkaisua varten. Skaalan asteikko perustuu Yhdysvaltain Hammaslääkäriyhdistyksen (ADA) määrittelemään hampaan valkaisuasteikkoon. (Vita Zahnfabrik) Skaalassa on 29 valkaisuastetta joista 15:sta eri sävyllä on oma värimalli. Värimallit sijoittuvat skaalalle parittomina lukuina 1–29 välille. Parillisille sävyille ei ole värimallia sillä niiden erot ovat niin pienet. Värimallit on järjestetty niiden vaaleuden mukaan.

Numeron kasvaessa sävy ja valööri kasvaa, mutta intensiteetti laskee. Bleachedguidessa on yhtenäisempi värijakauma, joten se toimii valkaisussa paremmin kuin esimerkiksi Vita Classical- skaala. (Chu 2017, 76.)

6.5 Vita Ivoclar Chromascop

Chromascop- skaala perustuu Ivoclarin valmistamiin dentiinin sävyihin. Väriskaalan merkintätapana toimii numerointijärjestelmä. Se on jaettu neljään ryhmään sävyjen mukaan. 100 tarkoittaa valkoista, 200 keltaista, 300 oranssia, 400 harmaata ja 500 ruskeata. Ryhmät jakautuvat 10:stä 40:een. Numeron kasvaessa intensiteetti kasvaa ja valööri sekä sävy laskee tummemmaksi. Valkaisusävyjä siinä on neljä. BL1, BL2, BL3 ja BL4. BL1 on vaalein ja BL4 tummin. Chromascop:illa värinmäärittäminen tapahtuu kaksivaiheisena. Ensin määritetään hampaan pääsävy ryhmien 100–500 väliltä. Kun pääsävy on valittu, otetaan skaalasta sen pääsävyä vastaava ryhmä, josta saadaan määritettyä hampaan tarkempi sävy, intensiteetti sekä valööri. (Geissberger 2010, 215.)

6.6 Materiaalikohtaiset väriskaalat

Materiaalikohtaisista eli yksilöllisistä väriskaaloista löytyy muun muassa pelkät dentiinisävyt, erisävyiset tehostevärit, inkisaalisävyt, opaalit värisävyt sekä transparentit ja translucentit värisävyt. Dentiiniväriskaaloista löytyy myös erilaisia okklusaalidentiinisävyjä. Translucenteista väriskaaloista löytyy esimerkiksi hiukan opaalia, pinkkiä, harmahtavaa sekä voimakkaasti läpinäkyvää sävyä. Translucentit sekä inkisaaliset väriskaalat vaihtelevat myös vaaleudeltaan ja värisävyltään. (Ubassy 1993, 76–79.)

7 Värinmäärittäminen

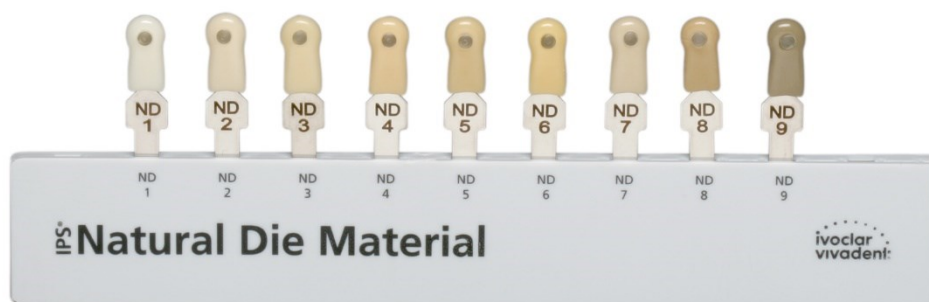
7.1 Värinmäärittämisessä huomioitavat asiat

Värinmäärittäminen kannattaa tehdä heti vastaanoton alkuvaiheilla, jolloin potilaan hampaiden pinnoilla on niiden luonnollinen kosteus. Kuivuessaan hampaat vaalenevät ja läpikuultavuus vähenee. Tällöin värinmäärittäminen epäonnistuu. Vastaanoton alkuvaiheilla myös värinmäärittäjän silmä on virkeä eikä se ole vielä tottunut potilaan hampaistoon, joten yksityiskohtia on helpompi huomata. Ennen värinmäärittämistä värinmäärittäjän on vaihdettava kirkkaat suojakäsineet joko valkoisiin, vaalean sinisiin tai muihin neutraalin värisiin suojakäsineisiin. Tällöin hanskat eivät vääristä hampaiden väriä. Myös potilaan värikkäät meikit kuten esimerkiksi huulipuna tulisi pyyhkiä pois. Värikkäät vaatteet saadaan peitettyä neutraalin pastellin värisillä potilasliinoilla. Ennen värinmäärittämisen suorittamista potilaan hampaat tulisivat olla puhtaat. Mikäli näin ei ole ne pestään vielä vastaanotolla puhdistuspastalla ennen kuin värinmäärittäminen voidaan suorittaa. Puhdistuspastaksi sopii esimerkiksi ProphyCare HAp, joka helpottaa hampaan yliherkkyyttä, sekä poistaa hampaan pinnalta värjäymiä. (Plandent 2024.)

Värinmäärittämisen alussa potilas istutetaan potilastuoliin, minkä jälkeen hänelle asetetaan huuli- ja poskiretraktori, jotta hampaisto saadaan hyvin näkyviin. Värinmäärittäminen tulisi suorittaa siten, että potilas olisi pystyasennossa eikä makuullaan, jolloin valo saadaan tulemaan hampaisiin luonnollisessa 45 asteen kulmassa. Myös mahdolliset varjostuksen tulisi poistaa. Värinmäärittäjän tulisi olla potilaan hampaistosta noin 25–35 cm päässä ja potilaan suun tasolla (Bajaj 2023, 79–85). Hammaslääkärin työvaloa ei saa käyttää niiden kirkkauden takia. Mikäli lisävalaistusta haluaa käyttää, niin silloin mahdollisuutena on käyttää värinmäärittämiseen tarkoitettuja värinmäärittämisvaloja. Potilaan tulisi aukaista hieman suuta niin, että ylä- ja alahampaat ovat erillään toisistaan sekä vetää kieli taakse. Väriskaalaa tulisi pitää hampaan inkisaalikärkeä vasten eikä hampaan vieressä. Näin vältetään hampaiden ”sulautumiselta” näkökentässä

yhdeksi hampaaksi. Väriskaala tulisi olla kiinni hampaiden inkisaalireunassa, jolloin viereisen hampaan heijastukset saadaan minimoitua. Väriskaalan sekä potilaan hampaista tulisi keskittyä hampaan keskimmäiseen kolmannekseen. Väriskaaloja voidaan kastella myös vedellä, jolloin se saadaan vastaamaan potilaan syljen peitossa olevaa hampaistoa. Jokainen skaalan käytetty testihammas tulee desinfioida värinmäärityksen päätteeksi, jotta sitä voidaan käyttää myös seuraavalle asiakkaalle. Skaaloja tulee myös uusia tasaisin väliajoin sillä niiden mallihampaiden värisävyt haalistuvat auringonvalossa. Tästä syystä skaaloja tulisi aina säilyttää valolta suojattuna. (Brix 2003, 67.)

Ensimmäisenä poistetaan voimakkaitten värien mahdollisesti aiheuttamat vääristymät hampaan värisävyyteen ja katsotaan kuinka yhden hampaan värinmääritys vaikuttaa kokonaishymyyn. Hampaan pilari puhdistetaan ja arvioidaan, kuinka se vaikuttaa lopullisen hampaan materiaalivalintaan ja muotoiluun. Pilarista täytyy myös ottaa värisävy käyttäen materiaaliakohtaista pilarivärisävyskaalaa (Kuva 13).



Kuva 13 Pilariväriskaala (Ceratech/Kruunuhammas 2024)

Hampaan väriä määrittäessä otetaan huomioon mahdolliset värisävyn vaihtelut hampaan gingivaali-, keski- ja inkisaalikolmanneksessa ja tarkistetaan, onko potilaan hampaat voimakkaasti läpikuultavia vai voimakkaasti opaakkisia. Hampaan pintakuviointi, kiiltoaste sekä paikalliset värjäymät rekisteröidään. Lopuksi mietitään kuinka materiaalin valinta vaikuttaa lopulliseen hammaskonstruktioon. Näiden vaiheiden jälkeen voidaan tehdä hoitosuunnitelma. (Chu ym. 2010, 99.)

Paras tapa määrittää oikea värisävy vaatii kaikkien mahdollisten työkalujen käytön. Teknisillä laitteilla voidaan määrittää perusvärisävy jokaisessa hampaan kolmanneksessa. Tämän jälkeen laitteen antaman perusvärisävy voidaan tarkistaa standardiväriskaalaa apuna käyttäen. Lisäksi käytetään yksilöllisiä väriskaaloja oikean valööriasteen saavuttamiseksi. (Chu ym. 2010, 99.)

Värisävyn määrittäminen saattaa olla haastavaa, jos hampaiden värikylläisyys on alhainen. Tällaisissa tapauksissa voidaan käyttää apuna Gerald Ubassyn käyttämää tekniikkaa. Hänen mukaansa, jos etuhampaiden värikylläisyys on alhainen, niin värisävy voidaan määrittää kulmahampaista, sillä niissä on yleensä korkea värikylläisyys, jolloin värisävy on helpompi määrittää. Kulmahampaiden värikylläisyys on korkeampi kuin esimerkiksi etuinkisiiveissä sen takia, sillä niiden dentiinikerros on paksumpi ja kiillekerros ohuempi kuin inkisiiveissä. Tällöin hammas näyttää tummemmalta, vaikka niiden värisävyt olisivatkin samat. Pitää kuitenkin muistaa nostaa huuli ylös hampaan tieltä, ettei synny varjoja, jotka vaikuttaisivat hampaan sävyyn. (Ubassy 1996, 46.)

Dentiinin määrittäminen hampaista suositellaan määritettäväksi hampaan kervikaalisesta kolmanneksesta, sillä siellä on vähiten kiillettä.

Dentiinimateriaaleille tarkoitettu väriskaala tulisi asettaa lähelle hampaan kervikaalista kolmannesta, josta olisi vielä hyvä ottaa kuva, joka voidaan lähettää teknikolle avuksi kruunun tai sillan valmistusta varten. (Ubassy 1996, 48–49.)

7.2 Värimääritys standardiskaaloja ja materiaalikohtaisia skaaloja käyttäen

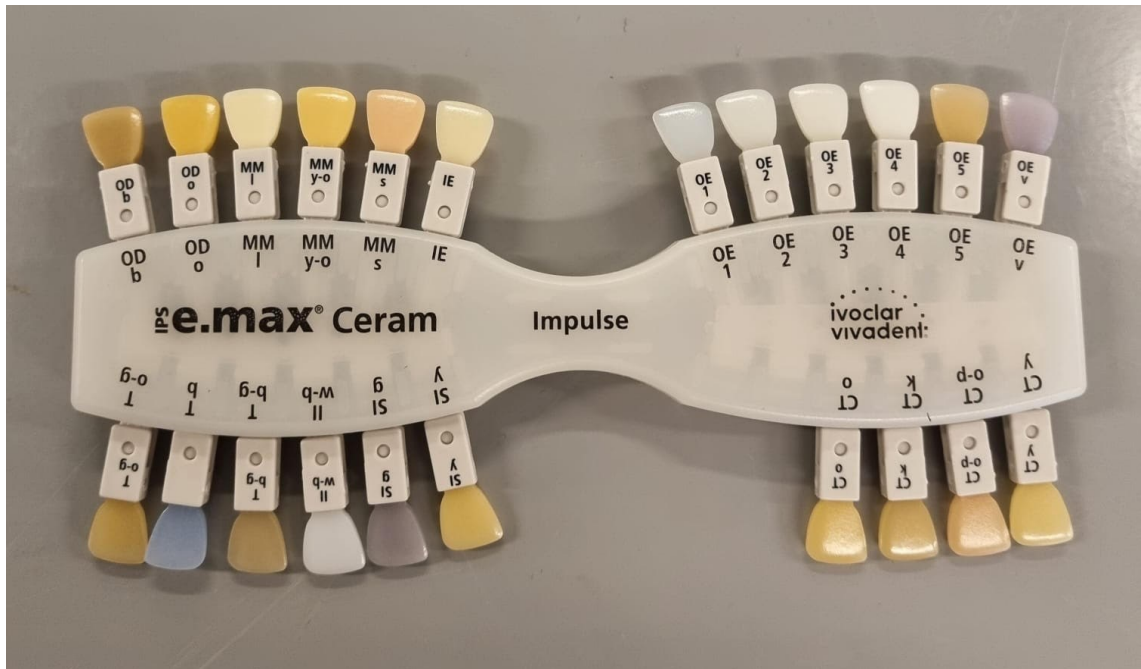
Määrittäessä hampaan väriä valitaan, mihin väriyhmään hammas kuuluu käyttäen standardiskaaloja. (keltainen, kellertävänruskea jne.) Koska tehdasvalmisteiset väriskaalat eivät yleensä ole täysin saman värisiä kuin luonnonhampaat, valitaan väriyhmä, joka on lähimpänä oikeaa. Tämän takia joudutaan luomaan oma värisävy rikkomalla väri osiin. Ensimmäisenä valitaan hampaan syvin värisävy, jonka täytyy olla hieman voimakkaampi kuin lopullinen hampaan väri. Tämä määritetään käyttämällä materiaalikohtaista väriskaalaa hampaan vierellä. Jos esimerkiksi standardiskaalalla valittu väriyhmä ei sisällä tarpeeksi ruskeaa, valitaan syvemmäksi värisävyksi hieman ruskeampi sävy materiaalikohtaista väriskaalaa käyttäen. (Ubassy 1993, 42–43.)

Perusdentiinivärisävy saattaa myös vaihdella eri väriasteissa.

Materiaalikohtaisista väriskaaloista voidaan katsoa mihin suuntaan dentiinivärisävyä tulee muuttaa erilaisten sekoitussuhteiden avulla.

Dentiinivärisävyksi tulee valita hieman värikylläisempi sävy kuin miltä sävy näyttää, koska dentiinin pinnalle tulee kuultavan vaaleaa materiaalia vaalentaen lopputulosta. (Ubassy 1993, 43)

Läpikuultavien inkisaalialueiden väri valitaan myös käyttämällä materiaalikohtaisia läpikuultavia väriskaaloja. Materiaalikohtaisia läpikuultavia väriskaaloja ei ole ainoastaan harmaita, vaan myös lievästi erisävyihin värjättyjä (Kuva 14).



Kuva 14 Materiaalikohtainen väriskaala (Ceratech/Kruunuhammas 2024)

Etualueen inkisaalikolmannes on kaikkein vaikein jäljiteltävä hampaan osa, joten pienetkin yksilölliset nyanssisävyt täytyy määrittää. Siinäkin apuna toimivat materiaalikohtaiset väriskaalat. (Ubassy 1993, 43–45.)

Viimeisimpänä valitaan hampaan inkisaalinen pintamateriaali. Tämän määrittämiseen käytetään useampia sävyjä materiaalikohtaisesta väriskaalasta. Joskus joudutaan ottamaan huomioon myös hampaan valoisuusaste. Jos halutaan vähentää valoisuutta, viimeisimmäksi pintakerrokseksi valitaan läpikuultavampia harmaita sävyjä. (Ubassy 1993, 45.)

Kun kaikki väriparametrit on määritetty, tulee ottaa huomioon hampaan pintamuodot. Hampaan pinta puhdistetaan syljestä esimerkiksi pehmeällä paperilla, jotta pintamuodot voidaan määritellä. Myös hampaan pinnan kiiltoaste on rekisteröitävä, eli onko hammas kiiltävä, puolikiiltävä vai matta. (Ubassy 1993, 45.)

väriskaalan hampaan arvo näkyy kuvassa. Kuvassa 16 näkyy esimerkki oikein otetusta kuvasta, jossa skaalan sävy näkyy ja kuvassa 17 näkyy esimerkki väärin otetusta kuvasta, jossa skaalan sävy ei näy.



Kuva 16 Skaalan sävy näkyy kuvassa (Ceratech/Kruunuhammas 2024)



Kuva 17 Skaalan sävy ei näy kuvassa (Ceratech/Kruunuhammas 2024)

Kuva lähetetään hammasteknikolle, joka pystyy käyttämään kuvaa apuna kruunun tai sillan valmistuksessa. (Wilson 2015, 179)

8 Kamera ja kuvat

Valokuvat ovat tehokkain tapa välittää visuaalista tietoa ja tästä syystä hammaslääkärin ja hammasteknikon vuorovaikutuksessa toteutettu hammaslääketieteellinen valokuvaus on korvaamatonta, kun hammasteknisessä työssä halutaan saavuttaa esteettisesti mahdollisimman tarkka lopputulos. Jotta tämä kuvallinen viestintä hammaslääkärin sekä hammasteknikon välillä olisi mahdollisimman tehokasta ja hyödyllistä, on kuvien oltava tarkkoja sekä ennen hoidon aloittamista otetuissa kuvissa että hoidon jälkeen otetuissa kuvissa. Hammasalan ammattilaiset voivat käyttää kuvia muun muassa näyttääkseen tutkimuksessa esille tulleita löydöksiä, selittääkseen kuinka suurta hoitoa tarvitaan sekä saamaan potilaalta hyväksynnän johonkin tiettyyn hoitotapaan. Kun oikeat valokuvausvarusteet sekä luotettavat valokuvauksen perusasiat ovat kunnossa, valokuvauksien lopputuloksista tulee tasalaatuisia ja helposti toistettavia. (Chu ym. 2017, 116)

Hammashoidossa käytettävillä kameroilla tulee pystyä ottaa kahdenlaisia kuvia: Toistuvia potretteja eli henkilökuvia sekä toistuvia tarkkoja lähikuvia, joissa väri saadaan vangittua kuvaan tarkasti. Kaikista monipuolisin ja paras vaihtoehto tähän tarkoitukseen on DSLR-kamera eli yksilinssinen digitaalinen peiliheijastuskamera. Tämän kameran lisäksi on useita lisävarusteita, jotka takaavat parhaan mahdollisen lopputuloksen kuville. Kamerassa tulee olla makro-objektiivi, jonka polttoväli olisi noin 100 mm. Tämän objektiivin avulla saadaan yksityiskohtaisia lähikuvia ja taataan tarkat värit kuvaan. Lisäksi tarvitaan kiinteä tai erillinen salamalaite, jolla voidaan valaista kuvauskohde. Myös kamerajalusta on suositeltava, jotta kuvista ei tule heilahtaneita sekä epätarkkoja. Yksi tärkeä apuväline on poski-huuli- ja kieliretraktori, joka takaa hyvän näkyvyyden kuvausalueelle. Näiden lisäksi tarpeellisia ovat myös intraoraaliset hammaspeilit sekä suun kosteudensäätelyyn auttavat apuvälineet, kuten syljen poistava imuri tai vanurullat. (Ahmad 2012, 27; Chu ym. 2017, 118.)

Hammasalan valokuvauksessa pitää ottaa huomioon myös kameran asetukset. Kun valokuvaa otetaan, asetuksilla voi vaikuttaa siihen, kuinka paljon valoa päästetään kameran sisään. Tämä vaikuttaa siihen, kuinka vaalea tai tumma kuvasta tulee ja tätä kutsutaan valotukseksi. Kameran asetuksista tulee säätää parhaat asetukset hammasalan valokuvaukseen. Asetuksista on muutettava pienempi aukkoasetus $f/22$, mikä takaa parhaan syväterävyyden hammasalan kuviin sekä suljinaika $1/125$ s tai nopeampi, jotta kuvista ei tulisi heilahtaneita. Salamaa tulee käyttää ja salamateknologiana käytännöllisin ja optimaalisin on TTL eli through the lens- teknologia, joka mittaa linssin läpi, kuinka paljon valoa tarvitaan. Valkotasapaino-asetuksen tulee olla 5300 K, kun käytetään salamalaitetta hammasalan valokuvaustilanteessa. Muut asetukset, kuten esimerkiksi kirkkaus ja kontrasti jätetään oletusasetuksille. (Ahmad 2012, 27.)

Kameran prosessorin luomaa alkuperäistä datatiedostoa eli otettua kuvaa, joka on koottu alkumuotoon, kutsutaan nimellä raakatiedosto. Koska digitaalinen väritulkinta on patentoitu ja yksilöllinen jokaiselle kameran valmistajalle, raakatiedostoa ei voi tarkastella suoraan ilman erillistä tiedonhallinta tietokoneohjelmaa, joka tunnetaan raakamuuntimena. Raaka-muunnin paikantaa värin jokaisen pikselin laajaan väriavaruuteen, jotta se voidaan nähdä tietokoneen näytöllä. (Chu ym. 2017, 124.)

Yleisimmin valokuvien muunnetut tiedot tallennetaan JPEG-tiedostomuotoon. Jos haluat tallentaa muunnetut digitaalisen kuvan pikselivärit, JPEG-muoto myös "pakkaa" tiedot. Pakkausta käytetään pienentämään tiedoston kokonaiskokoa vähentämättä pikselien määrää. JPEG-tiedoston algoritmi vertaa rinnakkaisten pikselien RGB-kaavoja ja muokkaa samankaltaisten pikselien tietoja siten, että ne ovat samat. Vaikka tämä pienentää kuvatiedoston kokoa, se tekee sen värin tarkkuuden kustannuksella. Periaatteessa JPEG-pakkaus poistaa osan valokuvan väristä. Siksi mitä suurempi pakkauskoko, sitä enemmän väritietojen yksityiskohtia menetetään. (Chu ym. 2017, 124.)

Hammasalan ammattilainen voi suorittaa raakatiedoston muuntamisen manuaalisesti, kun tiedosto on ladattu tietokoneeseen kuvan ottamisen jälkeen,

mikä mahdollistaa suurimman hallinnan maksimaalisen väreitarkkuuden saavuttamiseksi. Raakatiedostojen muunnos voidaan suorittaa myös kamerassa automaattisesti kuvan ottamisen jälkeen, mikä säästää eniten aikaa. (Chu ym. 2017, 124.)

Haluttu tiedostomuoto on kriittinen asetus, joka on valittava ennen DSLR-kameralla kuvaamista. Hammasalan ammattilaisille paras tiedostomuotoasetus jokapäiväiseen kuvaukseen on moderneista kameroista löytyvä JPEG-asetus mahdollisimman vähäisellä pakkauksella (JPEG Fine -asetus). Kuitenkin kaikista värikriittisimpien kuvien tapauksessa raaka-tiedostomuoto-asetus mahdollistaa parhaan hallinnan lopullisessa kuvan muuntamisessa. (Chu ym. 2017, 124.)

Hammasalan valokuvaukset voidaan jakaa kahteen eri ryhmään: suun ulkopuolisiin eli ekstraoraaleihin sekä suun sisäpuolisiin eli intraoraaleihin kuvauksiin. Suun ulkopuolisiin kuvauksiin kuuluvat kasvokuvat edestä ja sivuprofiilista, kasvojen edestäpäin otetut kuvat huulista ja hampaista sekä kuvat kipsimalleista ja hammasproteeseista. Suun sisäpuolisiin kuvauksiin kuuluvat sen sijaan koko hammaskaaren kuvat edestäpäin ja okklusaalisesti ja osittaisten tai yksittäisien tarkkojen alueiden okklusaaliset, linguaaliset, palatinaaliset sekä lateraaliset kuvaukset hampaistosta. (Ahmad 2012, 27.)

9 Värinmäärityksessä käytettävät apuohjelmat

9.1 eLab Prime

eLab:n (2024) verkkosivuilla todetaan, että heidän värinmääritysjärjestelmänsä muuttaa digitaalikameran helppokäyttöiseksi sävyjen määritysjärjestelmäksi, mikä johtaa heidän mukaansa paitsi parempiin kliinisiin tuloksiin, myös parempiin asiakassuhteisiin. eLAB-järjestelmä kattaa kaikki luonnollisten hampaiden värisävyt neljän dentiinivärin ja kolmen erikoisväriaineen avulla, joita ovat punainen, keltainen ja harmaa. (eLab Prime 2024.)

eLab-järjestelmä keskittyy yksinkertaiseen valokuvausprotokollaan käyttämällä sopivia vakiokameralaitteita, kuten DSLR-kameraa, makro-objektiivia sekä jonkinlaista salamalaitetta. Lisäksi järjestelmää käytettäessä tulee olla polar_eye –filtteri, joka estää hampaiden pinnan heijastuksia sekä valkotasapaino - harmaa kortti värin määrittämistä varten. Heidän järjestelmänsä hyödyntää tekoälyä sekä kehittyneitä kuvankäsittelyalgoritmeja. Verkkosivujensa mukaan tämä järjestelmä kalibroi automaattisesti eri kameroista otettuja raakakuvia hämmästyttävän tarkasti alle minuutissa ja antaa tekijälle yksilöllisen reseptin jokaisen yksilöllisen potilaan hammassävyä vastaavaan lopputulokseen. (eLab Prime 2024.)

9.2 ShadeWave

ShadeWave (2024) verkkosivujen mukaan heidän värinmääritys-ohjelmansa tarjoaa mahdollisuuden ottaa värinmäärityskuvat iPhone'n avulla, ilman objektikameraa. Tämä ohjelma perustuu siihen, että hampaan värinmäärityskuvat otetaan Iphonella ShadeWave Mobile App –sovelluksen kautta. ShadeWave-mobiiliohjelmisto ohjaa kameraa autopilottimaisesti. Laadukkaat valokuvat lähetetään laboratorion suojatulle pilvitilille ja niistä tulee ilmoitus heti, kun lataus on valmis. (ShadeWave 2024.)

Tämän jälkeen laboratorio avaa ShadeWave-pilvilinsä ja etsii valmiin tapauksen. Valokuva on saanut värikorjauksen ja ohjelma tuottaa tarkan sävykartan tuntemattomasta sävyalueesta. Tämä toimii tieteellisesti, vaikka varjostusliuska ei täsmäisi hampaan kanssa tai jos valokuvaa ei ole kalibroitu. Laadukkaampien sävykuvien ja tehokkaiden sävy- ja värinkartoitustyökalujen ansiosta laboratoriolle on paremmat mahdollisuudet hampaan esteettiseen restaurointiin. (ShadeWave 2024.)

9.3 VITA Easyshade® V

VITA (2024) verkkosivujen mukaan Easyshade V on digitaalinen värinmäärityslaitte luonnollisten hampaiden sekä keraamista valmistettujen hampaiden sävyn määrittämiseen. Ohjelma tukee hammaslääkäreitä ja hammastekniikkoja hampaiden sävyn määrittämisessä sekä viestinnässä ja valmiin keraamisen hampaan sävyn tarkistamisessa, mikä parantaa valmistusprosessin luotettavuutta. (VITA Zahnfabrik 2024.)

VITA Easyshade V-värinmäärityslaitte määrittää hampaan oikean värisävyn sekunneissa ja se käyttää LED-tekniikkaa, minkä ansiosta mittaukset säilyvät luotettavina eivätkä ympäristöolosuhteet vaikuta laitetta käytettäessä. VITA-sävystandardien tarkat hampaiden sävytiedot tarjoavat heidän mukaansa luotettavan sävyntoiston ja vähentää tarvittavia sävykorjauksia.

Värinmäärityslaitteessa on helppokäyttöinen kosketusnäyttö sekä ohjelmisto. Easyshade V avulla pystyy suorittamaan digitaalista viestintää hampaiden sävyä ja kuvia koskevien tietojen vaihtamiseen hammaslääkärin ja laboratorion välillä. (VITA Zahnfabrik, 2024)

Vita mobileAssist sekä Vita Assist ovat lisäosia, jotka auttavat muun muassa informaation kulussa hammaslaboratorion ja hammaslääkärin välillä. Vita mobileAssist on puhelimesta oleva apuohjelma, jonka avulla hampaan värinmääritykseen liittyvä tieto liikkuu sekunneissa hammaslaboratoriosta hammaslääkärille. Vita Assist toimii hampaan värinmääritykseen liittyvän tiedon

sekä dokumentoinnin apuvälineenä hammaslaboratorion sekä hammaslääkärin välillä. (VITA Zahnfabrik, 2024)

10 Pohdinta

Opinnäytetyön aiheena oli hampaan optimaalinen värinmäärittäminen ja työn tavoitteena oli luoda hammaslääkäreille ja hammasteknikoille konkreettinen opas värinmäärittäystä varten. Opinnäytetyön tarkoituksena oli antaa työkalut hammasalan ammattilaisille itse värinmäärittämisalustaan sekä opastaa kuinka värinmäärittämiseen tulee valmistautua. Opinnäytetyö käynnistyi lokakuussa 2023 suunnittelulla ja itse teoriaosuuden aloitus tapahtui heti saman vuoden marraskuussa järjestetyn suunnitelmaseminaarin jälkeen. Työn teoriaosuus saatiin valmiiksi toukokuussa 2024.

Opinnäytetyön työympäristönä toimi Microsoft Teams - viestintä- ja yhteistyöalusta, jossa pidimme viikoittain palaverit ja keskustelimme, kuinka työemme edistyy, sekä jaoin ajatuksia ja ideoita aiheeseen liittyen. Lähteinä käytimme erilaisia nettisivustoja, tutkimuksia, edustajia, hammasteknikkoja ja muita alan ammattilaisia sekä kirjallisuutta.

Opinnäytetyö on rajattu siten, että olennaisimmat asiat ja tekijät värinmäärittämiseen liittyen on kerrottu tarkasti, mutta oppaan tarkoituksena on kuitenkin olla helposti ymmärrettävä sekä sisäistettävä. Oppaan tarkoituksena on antaa hammasteknikolle sellaisia neuvoja, joiden pohjalta hänen on mahdollista valmistaa potilaalle esteettisesti miellyttäviä proteeseja sekä muita hammasteknisiä töitä. Lisäksi opas ohjeistaa hammasalan ammattilaista luonnonhampaan jäljittelyä sekä lisää kokonaisuudessaan värinmäärittämisen ja estetiikan ymmärrystä.

Hampaan värinmäärittäminen on alallamme tärkeää, jotta hammasteknisistä töistä saataisiin potilaille onnistunut rekonstruktio ilman ylimääräistä työtä. Myös potilaan vastaanottokäynnit vähenevät, kun väri on määritetty alusta alkaen oikein. Mikäli värisävy ei ole oikea, pahimmassa tapauksessa työ joudutaan aloittamaan hammaslaboratoriossa runkovaiheesta uudelleen, ja tämä lisää sekä hammaslääkärin että hammasteknikon työmäärä sekä potilaan vastaanottokäyntien lukumäärää.

Valokuvaaminen hampaan värinmäärittämisessä on tärkeää, jotta saadaan informaatiota, kuinka esimerkiksi kuultavuus vaihtelee hampaissa tai missä pienemmät värjäymät sekä nyanssit sijaitsevat. (Kalkkilaikut, kiillehalkeamat jne.) Vaikka hammasalan ammattilainen ei omistaisi digitaalikameraa optimaalisilla objektiiveilla, tulisi aina ottaa kuvat käyttäen esimerkiksi puhelimen älykameraa. Tämä on aina parempi vaihtoehto, kuin olla ottamatta kuvia ollenkaan.

Haasteita hampaan värinmäärittämisessä ovat mm. potilaan huono suuhygienia sekä mahdolliset hampaistossa olevat kiinteät hammaskojeet. Tällöin hampaan oikean värisävyn määrittäminen on lähes mahdotonta. On myös mahdollista, että potilaan ja hammasalan ammattilaisen näkemykset luonnollisesta sävystä eivät aina kohtaa, esimerkkinä potilas saattaa toivoa liian vaaleaa hampaistoa, ymmärtämättä kuinka selkeästi se poikkeaa luonnollisesta sävystä.

Tätä opinnäytetyötä valmistettaessa, työn toteuttajat ovat hyödyntäneet suurimmaksi osaksi hammasalan ammattilaisten valmistamien kirjojen tekstejä. Opinnäytetyö on opettanut sen toteuttajille tärkeää tietoa liittyen värinmäärittämiseen ja siihen liittyviin haasteisiin sekä edesauttanut toteuttajia ymmärtämään prosessia kokonaisuutena paremmin kuin suurin osa alamme ammattilaisista. Opinnäytetyömme mahdollisena jatkotutkimusaiheena voisi olla digitaalinen värinmäärittäminen ja värinmäärittäislaitteet. Kuten koko hammastekniikka, niin myös värinmäärittäminen on muuttunut digitaalisemmaksi ja käyttöön on tullut erilaisia apuvälineitä ja ohjelmistoja, joita oppaassamme käsiteltiin. Jatkotutkimuksessa näihin voisi perehtyä syvemmin sekä pohtia mihin värinmäärittäminen kehittyä tulevaisuudessa digitalisoitumisen myötä.

Lähteet

Adebayo, G., Gbadebo, O & Ajayi, M. The Tooth Shade Matching Ability Among Dental Professionals: A comparative Study, Ann in Postgrad Med. Viitattu 31.3.2024 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10061675/>

Ahmad, I. 2012. Prosthodontics at a Glance. John Wiley & Sons, Inc.

Alnusayri, M., Sghaireen, M., Mathew, M., Alzarea, B & Bandela, V. 2022. Shade selection in esthetic dentistry: A review. Cureus. Viitattu 31.3.2024 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9015060/>

Bajaj, M., Jha, P & Nikhil, V. 2023. Shade Selection in Esthetic Dentistry. Viitattu 30.3.2024 <https://www.ijce.in/journal-article-file/18903>

Bhat, V., Krishna, B., Sood, S & Bhat, A. 2011. Role of Colors in Prosthodontics, Application of Color Science in Restorative Dentistry, Indian Journal of Dental Research. Viitattu 31.3.2024. https://journals.lww.com/ijdr/fulltext/2011/22060/role_of_colors_in_prosthodontics_application_of.12.aspx

Borse, S & Chaware, S. 2020. Tooth shade analysis and selection in prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. J Indian Prosthodont Soc. Viitattu 31.3.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7335029/>

Brix, O. 2003. Fundamentals of Esthetics. Teamwork media GmbH.

Chu, S., Devigus, A., Paravina, R & Mieleszko, A. 2010. Fundamentals of Color. Quintessence Publishing Co, Inc.

Chu, S., Paravina, R., Sailer, I & Mieleszko, A. 2017. Color in Dentistry: A Clinical Guide to Predictable Esthetics. Hanover Park, IL: International Quintessence Publishing Group.

ELAB. Shade Matching in Dentistry. Viitattu 23.4.2024. [eLAB Prime | SHADE MATCHING IN DENTISTRY](#)

Fairchild, M. 2013. Color Appearance Models. John Wiley & Sons, Inc. Ebook Central. Viitattu 1.4.2024 <https://ebookcentral.proquest.com/lib/turkuamk-ebooks/detail.action?docID=1211852>

Geissberger, M. 2010. Estetic Dentistry In Clinical Practice. John Wiley & Sons, Inc. Ebook Central. Viitattu 19.4.2024

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/turkuamk-ebooks/detail.action?docID=484872>

Hammaslaboratorio Ceratech/Kruunuhammas. 2024.

Hashemikamangar, S., Tabatabaei, M., Nahavandi, A & Khorshidi, S. 2019. Fluorescence and Opalescence of Two Dental Composite Resins. National Library of Medicine. Viitattu 30.3.2024. [Fluorescence and Opalescence of Two Dental Composite Resins - PMC \(nih.gov\)](#)

Hintsanen, P. Coloria.net. Sanasto. Viitattu 1.4.2024

<https://www.coloria.net/sanasto.htm>

Khalid, M & Chughtai, M. 2020. Art and Science of Shade Matching. Dental Update. Viitattu 3.3.2024. <https://www.dental-update.co.uk/content/prosthodontics/art-and-science-of-shade-matching/>

Lighting Equipment Sales. 2018. How To Design Lighting in Dental Clinic. Viitattu 31.1.2024. <https://lightingequipmentsales.com/design-lighting-dental-clinic.html#:~:text=500%20lux%20light%20level%20in,on%20operation%20chair%20is%20recommended>

Limente. Värilämpötila. Viitattu 30.1.2024

https://www.limente.fi/fi/varilampotila_14.html

My Dental Technology Notes. 2022. Shade Selection In Dentistry. Viitattu 31.3.2024. <https://mydentaltechnologynotes.wordpress.com/2022/06/22/shade-selection-in-dentistry/>

Myllymäki, T. 2021. Värinmittausohjelman Soveltuvuuden Arviointi ja Vertaaminen Vanhaan Ohjelmaan. Opinnäytetyö. Viitattu 31.1.2024 [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/494399/Opinn%E4ytety%F6%20TM%20\(1\).pdf?sequence=2](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/494399/Opinn%E4ytety%F6%20TM%20(1).pdf?sequence=2)

Plandent. Puhdistuspasta ProphyCare HAp 1x 60g. Viitattu. 14.4.2024 https://www.plandent.fi/verkkokauppa/Tarvikkeet/Profylaksia/Puhdistuspastatja-jauheet/PuhdistuspastaProphyCareHAp1x60g_FI1_I_R200371/

SFS Suomen Standardit. SFS-EN 12464-1:2021. Valo ja Valaistus. Työkohteiden Valaistus. Osa 1: Sisätilojen Työkohteiden Valaistus. 4.10.2022.

Viitattu 31.1.2024

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CEN/ID2/1/1150627.html.stx>

ShadeWave. Accurate Dental Shade Matching App and Software. Viitattu 23.4.2024. [Accurate Dental Shade Matching App and Software | Shadewave](#)

Shen, J. 2013. Advanced Ceramics for Dentistry. Elsevier Science & Technology.

Sikri, V. 2010. Color: Implications In Dentistry. J Conserv Dent. Viitattu 30.1.2024 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3010031/>

Snyder, T. 2010. Shade Guides and Color Visualization. Dental Economics. Viitattu 2.3.2024 <https://www.dentaleconomics.com/science-tech/article/16392487/shade-guides-and-color-visualization>

Ubassy, G. 1993. Shape and Color. Quintessence Publishing Co. Inc.

Ubassy, G. 2008. Trucs et Astuces. Teamwork Media Srl.

Valokas. Onko valon värintoistokyky eli CRI (Ra) Lukema Tärkeä? Viitattu 31.1.2024 <https://valokas.fi/onko-cri-lukema-tarkea/>

VITA Zahnfabrik. VITA Assist and VITA mobileAssist – reliable partners in tooth shade communication. Viitattu 23.4.2024. [VITA Assist and VITA mobileAssist \(vita-zahnfabrik.com\)](#)

Vita Zahnfabrik. VITA Bleachedguide 3D-Master. Viitattu 19.4.2024 <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-Bleachedguide-3D-MASTER-26260,27568.html>

VITA Zahnfabrik. VITA Easyshade® V. Viitattu 23.4.2024. [VITA Easyshade® V - Perfect shade determination, maximum reliability \(vita-zahnfabrik.com\)](#)

Vita Zahnfabrik. VITA Linearguide 3D-Master. Viitattu 20.4.2024 <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-Linearguide-3D-MASTER-26200,27568.html>

Vita Zahnfabrik. VITA Toothguide 3D-Master. Viitattu. 18.4.2024 <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-Toothguide-3D-MASTER-26230,27568.html>

Wee, A., Meyer, A., Wu, W & Wichman, C. 2016. Lightning Conditions Used During Visual Shade Matching in Private Dental Offices. The Journal Of Prosthetic Dentistry. Viitattu 2.3.2024 <https://doi-org.ezproxy.turkuamk.fi/10.1016/j.prosdent.2015.09.020>

Wilson, N & Millar, B. 2015. Essentials of Esthetic Dentistry. Elsevier.

Zeiss.fi. 2021. Vision Care. Näkökyvyn Ymmärtäminen. Punaviherheikkous, punavihersokeus ja täydellinen värisokeus. Viitattu 31.3.2024. <https://www.zeiss.fi/vision-care/silmien-terveys-ja-hoito/understanding-vision/punaviherheikkous-punavihersokeus-ja-taeydellinen-vaerisokeus.html>

Zeiss.fi. 2022. Vision Care. Näkökyvyn Ymmärtäminen. Miten Värinäkö Toimii? Viitattu 31.3.2024. <https://www.zeiss.fi/vision-care/silmien-terveys-ja-hoito/understanding-vision/miten-vaerinaekoe-toimii.html>

Hampaan värinmääritys -juliste



Hampaan värinmääritys -juliste.pdf

HAMPAAN VÄRINMÄÄRITYS

- 1 VALAISTUS & YMPÄRISTÖ**
Epäsuora luonnonvalo imitoiva D65.
Valonlähteen kulma 45°
potilaan hampaistoon nähden.
Suosi neutraaleja harmaata tai pastellin sävyjä.
Vältä kirkkaita värisävyjä.
- 2 VALMISTAUDU**
Potilas istuen, suu hieman auki, kieli taakse.
Irrikkaat meikit pois.
Asetu potilaan kasvojen tasolle.
Etäisyys 25-35cm.
Standardiväriskaalat / materiaaliikohtaiset väriskaalat.
- 3 VÄRINMÄÄRITYS**
Suorita vastaanoton alussa.
Katso hampaita 5s kerrallaan.
Skaala hampaan kärkeä vasten.
Neutralisoi silmä katsomalla harmaata.
- 4 LOPUKSI**
Katsop eri valaistuksessa.
Ota valokuva, jossa näkyy myös valittu skaalahammas

STANDARDIVÄRISKAALA

- Sopivin värisävyryhmä → intensiteetti → valööri
- ylleisvaikutelma.
- Piirrä dentiniinun muoto ja valitse dentinivärisävyt/väri intensiteetti.

MATERIAALIKOHTAISET VÄRISKAALAT (yksilöllinen värikartta)

- Jos ei olekaa dentiniväriä, käytä materiaaliikohtaisia väriskaaloja sävyn etsimiseen
- Mahdolliset dentinivärijämyt
- Transparentit / Transluentit sävyt
- Opaalihoidot alueet
- Inkisaalivärit
- Karakterisoinnit, pintavärijämyt & yleistyskohdat
- Pintakuivointi & läiltoaste

