

Opinnäytetyö (AMK)

Hammasteknikkokuolustus

2018

Riikka Kortelainen, Emma Rask ja Kristiina Töykkälä

METALLOKERAAMISEN KRUUNUN VALMISTUS

–opetusvideo ja kirjallinen ohjeistus

Riikka Kortelainen, Emma Rask ja Kristiina Töykkälä

METALLOKERAAMISEN KRUUNUN VALMISTUS

- opetusvideo ja kirjallinen ohjeistus

Opinnäytetyön aiheena on metallokeraamisen kruunun valmistus, ja tavoitteena opetusmateriaalin tuottaminen Turun ammattikorkeakoulun hammastekniikan opiskelijoiden käyttöön. Työ toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä, joka koostuu opetusvideosta, raportista ja kirjallisesta ohjeesta. Tarkoituksena on luoda kattava ohjekokonaisuus opetuksen ja itsenäisen opiskelun tueksi.

Teoriaosuudessa käsitellään ensiksi sitä, millainen on hyvä opetusvideo, miten tämä on työn tekemisessä otettu huomioon ja miten opetusvideo toteutetaan projektityönä. Seuraava teoriakappale käsittelee metallokeraamisen kruunurestoraation ominaisuuksia.

Tätä seuraa varsinainen kirjallinen selostus metallokeraamisen kruunun valmistusvaiheista. Työvaiheiden esittelyn tavoitteena on luoda selkeä ja helppolukuinen, mutta kattava ohjeistus, jota voitaisiin käyttää itsenäisessä työskentelyssä. Työvaiheet selitetään tässä osuudessa laajemmin kuin opetusvideolla, eli teksti tukee oppimista. Yksinkertaistettu vaihekohtainen pikaohje on liitteenä, jotta sen voi tulostaa työvaiheiden muistamisen helpottamiseksi.

Toteutus-pääotsikon alla mietitään opinnäytetyön aiheenvalintaa, työn käytännön toteutusta ja aikataulutusta, sekä työssä vastaan tulleita haasteita. Lopuksi arvioidaan työn onnistumista ja pohditaan projektityön luotettavuutta. Opetusvideo esitettiin Turun ammattikorkeakoulun hammasteknikko-opiskelijoille, joilta saatiin pääosin positiivista palautetta. Opetusvideo julkaistiin koulutusohjelman omalla YouTube-kanavalla.

ASIASANAT:

Metallokeramia, kerrostaminen, maalaus, karakterisointi, opetusvideo, oppimateriaali, hammastekniikka

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in Dental Technology

2018 | 47 pages, 4 pages in appendices

Riikka Kortelainen, Emma Rask and Kristiina Töykkälä

FABRICATION OF A METAL CERAMIC CROWN

- educational video and written instructions

The subject of this thesis is the fabrication of a metal ceramic crown and the objective is to produce educational materials intended for the dental technology students at Turku University of Applied Sciences. This functional thesis consists of an educational video, a report and a short step-by-step guide. The aim is to create a comprehensive set of instructions to assist teaching and independent study.

The theory section explores what makes for a good educational video and how this has been taken into consideration during the process of creating the video. It also discusses how an educational video is carried out as project work. The qualities of a metal ceramic crown restoration are discussed in the following chapter.

The theory section is followed by the actual written description of the fabrication of a metal ceramic crown. The aim is to create comprehensive yet easy to understand instructions that can be utilized for independent study. The stages of fabrication are explained more extensively in this section than in the educational video to support learning. Simplified step-by-step instructions are included as an attachment so they can be printed out to aid in remembering all the work stages.

The execution section discusses the choice of the subject, the practical execution and time management as well as the challenges met along the way. Finally, the success and the reliability of the project are evaluated. The educational video was presented to dental technology students at the Turku University of Applied Sciences and the feedback was mostly positive. The educational video was published on the degree programme's YouTube channel.

KEYWORDS:

Metal ceramic, ceramic build-up, staining, characterization, educational video, learning material, dental technology

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 OPETUSVIDEO	8
2.1 Millainen on hyvä opetusvideo	9
2.2 Teoriasta käytäntöön	11
2.3 Opetusvideo projektityönä	12
3 METALLOKERAMIA	13
4 METALLOKERAAMISEN KRUUNUN VALMISTUS	15
4.1 Alkuvalmistelut	16
4.2 Vahaaminen ja cutback	17
4.3 Valu ja sen valmistelu	20
4.4 Metallin käsittely	25
4.5 Opaakki ja keraamin kerrostus	27
4.6 Maalaus ja viimeistely	33
5 TAKA-ALUEEN KRUUNUN KERROSTUS JA MAALAU	37
6 TOTEUTUKSESTA	39
7 POHDINTA	42
7.1 Projektityön ja kehittämistyön erot	43
7.2 Eettisyys ja luotettavuus	43
LÄHTEET	45

LIITTEET

Liite 1. Yksinkertaistetut ohjeet

Liite 2. Kuvaussuunnitelma

KUVAT

Kuva 1. Pilarin preparointi	17
Kuva 2. Vahaus	18
Kuva 3. Silikonimuotti	18
Kuva 4. Materiaalien paksuudet	19
Kuva 5. Cutback-tekniikka	20
Kuva 6. Valun valmistelu	21
Kuva 7. Valumassan valaminen	22
Kuva 8. Ilmakuplien ehkäisy valaessa	23
Kuva 9. Valusylinterin uuniin laitto	24
Kuva 10. Valusylinterin purkaminen	25
Kuva 11. Poraustyökalut	26
Kuva 12. Hiekkapuhallus	26
Kuva 13. Opaakki	28
Kuva 14. Margin-massa	29
Kuva 15. Yksinkertainen kerrostusmalli	30
Kuva 16. Dentiini- ja inkisaalimassat	31
Kuva 17. Kaavakuva keramiamassoista	31
Kuva 18. Kruunun korkeus	32
Kuva 19. Karakterisointi	33
Kuva 20. Kruunun kostutus	34
Kuva 21. Maalaus	34
Kuva 22. Kiiltopoltto	35
Kuva 23. Loppuviimeistelyyn käytettävät välineet	36
Kuva 24. Valmis metallokerääminen kruunu	36
Kuva 25. Molaarikruunun kerrostus	38

1 JOHDANTO

Opinnäytetyömme aiheena on hammastekniikan kolmannen vuosikurssin opiskelijoille suunnattu opetusvideo sekä kirjalliset ohjeet perinteisen metallokeramian kruunun valmistuksesta. Aiheeksemme valikoitui opetusvideo, sillä siitä koettiin sekä opiskelijoiden että opettajien palautteen perusteella olevan hyötyä hammasteknikkokoulutukselle. Tavoitteena on, että videota sekä kirjallista ohjetta voidaan käyttää opetuksen tukena metallokeramian perusteet -opetusjaksolla, tai itsenäiseen kertaukseen ja opiskeluun. Videon avulla opiskelijalle voidaan näyttää koko prosessi käytännössä hyödyntäen sekä ääntä että kuvaa. Videolta opiskelija voi katsoa itseään askarruttavia vaiheita useampaan kertaan ja helposti ohittaa ne vaiheet, jotka hän tuntee jo osaavansa. (Donkor 2011, 75.)

Kirjallisesta ohjeesta opiskelija puolestaan näkee listamuodossa nopealla silmäilyllä kaikki työvaiheet yksinkertaistettuna, joten hänen on helppo seurata, ettei mikään vaihe unohdu oman työn lomassa. Esimerkkityöksi videolle valikoitui yläleuan etualueen kruunu, koska se tehdään varsinaisella metallokeramian opintojaksolla ensimmäisenä harjoitustyönä. Mukana opinnäytetyössä on myös nopea katsaus ylämolaarin kerrostamiseen, sillä se kuuluu opintojakson oppimäärään mutta eroaa etualueen kruunun kerrostamisesta materiaaleiltaan ja haastavuudeltaan.

Metallokeramisten töiden valmistus kuuluu hammasteknikon perusosaamiseen. Uudemmat menetelmät korvaavat metallokeramisia töitä jossakin määrin, mutta varsinkin kustannussyistä metallokeramiolla on yhä ja vastaisuudessa asemansa hammasteknisten töiden joukossa. Metallokeramisten töiden runkorakenteita voidaan nykyään valmistaa jyrsimällä, mutta opinnäytetyössämme kuvaamme perinteisemmän valumenetelmän käytön, sillä se on käytössä opintojaksolla.

Opinnäytetyön raportissa käydään läpi opetusvideon teoriaa, perusasioita metallokeramiasta, metallokeramian kruunun valmistusvaiheet ja lopuksi käsitellään opinnäytetyön toteuttamista sekä pohditaan sen onnistumista. Lähteinä työssä on käytetty metallokeramiaan liittyviä tieteellisiä lähteitä ja Turun ammattikorkeakoulun hammasteknikkokoulutuksen käytössä olevia opetusmateriaaleja. Lisäksi lähteenä on käytetty metallokeramian opintojaksolle kuuluvaa luentoa Turun yliopiston hammaslääketieteen laitokselta sekä ammattikorkeakoulun käytössä olevien materiaalien ja laitteiden valmistajien käyttöoppaita. Opetusvideoon, oppimisen teoriaan, projektityöskentelyyn sekä työskentelyn

eettisyyteen liittyen viitattiin erilaisiin tieteellisiin artikkeleihin sekä Turun ammattikorkeakoulun oppaaseen. Varsinkin metallokeramiaan liittyviä lähteitä tarvittiin useita, sillä esimerkiksi materiaalien paksuuksiin ja keraamin kerrostustapoihin löytyi toisistaan jonkin verran poikkeavaa tietoa, vaikka metallokeramisen kruunun valmistuksen perusperiaatteet ovat yleisesti ottaen vakiintuneet. Lähteitä tarkasteltiin kriittisesti ja niiden sekä opintojaksolla käytössä olevien toimintatapojen perusteella määräytyi, miten työvaiheet päätettiin tässä työssä esittää.

2 OPETUSVIDEO

Video on erinomainen opetustyökalu näytettäessä käytännöllisiä ja realistisia töitä. Se mahdollistaa opiskelijoille samanaikaisen selkeästi kuuluvan selostuksen ja esteettömän näkymän työn toteutukseen. Videolle voidaan tallentaa esimerkiksi kalliita yksittäisiä kohteita tai töitä, ja toistaa niitä ilman jatkuvaa taloudellista rasitetta varsinaisen työn toistamisesta. Eduksi voidaan lukea myös mahdollisuus uudelleentoistaa, tauottaa ja pysäyttää video koska tahansa, jolloin katsojan on mahdollista palata ongelmakohtiinsa sekä jaksottaa työntekoaan yksilöllisesti. (Donkor 2011, 75.) Hammasteknisissä tiloissa opiskelijoiden tasapuolinen näkyvyys opettajan työskentelyyn voi osoittautua haasteeksi, jolloin on etua siitä, että kaikille voidaan esittää sama asia videolta.

Metallokeramia on työskentelytavoiltaan kronologisesti etenevää, mutta sisältää silti pitkiä odotusaikoja esimerkiksi metallin valamisen yhteydessä. Lisäksi opiskelijat etenevät töissä eri tahdissa, jolloin ohjeistuksen omaehtoinen jaksotus tuo töihin lisää sujuvuutta. Se on aihe, jossa on mahdotonta näyttää samaa vaihetta uudestaan ja uudestaan, mikäli opettajalla ei ole mallikappaleita useammasta eri vaiheesta, mikä puolestaan lisää opettajalta vaadittua valmistelu-aikaa opintojaksoa kohti. Tästä syystä metallokeramia on erityisen hyvä aihe opetusvideolle.

Opetusvideoilla on kasvava merkitys osana korkeakoulutusta, ja niiden käytöstä on tutkittu olevan hyötyä. Tästä huolimatta videopainotteisessa opetuksessa voi olla ongelmia, erityisesti mitä tulee opiskelijoiden huomion säilyttämiseen koko videon ajan. (Brame 2016, 1.) Johtuen hammasteknisten työpisteiden sijoittelusta ja työvaiheiden runsaudesta päätimme tukea opetusvideota kirjallisella ohjeella (Liite 1), jotta opiskelijoilla olisi enemmän liikkumavaraa ja mahdollisuus tarkistaa työvaiheet nopeasti kirjallisesta lähteestä. Opiskelijoiden huomion säilyttämistä pyrittiin parantamaan videoiden jaksottamisella mahdollisimman loogisesti niin, että jokainen kappale on maltillisen mittainen ja sopii työn kulkuun.

Donkorin mukaan kauko-oppijat ottivat videopohjaisen materiaalin erittäin hyvin vastaan. Hän havaitsi tekemässään tutkimuksessa, että tyytyväisyys oli suoraan verrannollinen helppoon käytettävyyteen. Videomateriaalin tarkoituksenmukaisuus ja helppokäyttöisyys voivat parantaa motivaatiota, kiinnostuneisuutta ja laajentaa mahdollisuuksia parantaa käytännön taitoja. (Donkor 2011, 81–82.)

2.1 Millainen on hyvä opetusvideo

Opetus, sekä opetusvideon laatiminen, on yleistajuistamista ja popularisointia. Korkeakoulutasolla pedagogiselle osaamiselle on olennaista osata esittää asiat sellaisella tavalla ja kielellä, että kuuntelija tai lukija kykenee ne ymmärtämään. (Nevgi, 2013, 42.) Hyvä opetus huomioi kohdeyleisön, ja välttää esimerkiksi sellaisia oman alan tieteellisiä termejä, jotka ovat ehkä puhujalle itselleen tuttuja, mutta eivät ole tuttuja yleisölle (Nevgi, 2013, 43). Opetusvideon kohderyhmäksi valikoitui hammasteknisen alan opiskelijat. Näin ollen metallokeramian kurssille vaaditut ennakkotiedot otettiin huomioon videota, sen ääniraitaa ja kirjallisia ohjeita laadittaessa. Painopiste päätettiin pitää nimenomaan metallokeramiassa, ja käydä valmistelevat vaiheet läpi pintapuolisemmin, sillä ne ovat yhtenevät opiskelijoille entuudestaan tuttujen menetelmien kanssa.

Sisältölähtöinen opetus tarkoittaa tietyn asian opettamista sen omilla ehdoilla, huomiotta kohdeyleisöä, kun taas oppimislähtöisessä opetuksessa lähtökohta on päinvastainen, ja edetään opiskelijan ehdoilla. Taitava opettaja osaa kiinnittää huomiota oppimiseen vaikuttaviin seikkoihin, kuten siihen, miten opiskelija ymmärtää asian, tai mitkä asiat voivat olla oppimisen esteenä. Erilaiset lähestymistavat eivät kuitenkaan aidosti ole vastakkaiset, vaan niillä voidaan täydentää toisiaan. Oppimislähtöiselle opetukselle on olennaista sen pohtiminen, minkälaiset opetusmateriaalin käyttäjän pohjatiedot ovat. Ymmärrettävyys ja oppimisen tukeminen ovat tärkeimmät avainsanat. (Nevgi, 2013, 43.) Opetusvideota suunniteltaessa pyrittiin ennen kaikkea oppimislähtöiseen opettamiseen, jotta video palvelisi opiskelijoita mahdollisimman hyvin. Asiaa lähestyttiin sekä opetuksen teorian että ryhmän omien kokemusten pohjalta sen suhteen, mitä kurssin opetuksessa olisi kaivattu.

Opetusvideota suunniteltaessa tulee ottaa huomioon, miten muisti toimii ja miten opittavan materiaalin kuormittavuus vaikuttaa oppimistulokseen. Swellerin (1988) muistin teorian mukaan oppimisprosessissa on kolme tärkeää avainosiota: luontainen kuorma (intrinsic load), olennainen kuorma (germane load) ja ylimääräinen kuorma (extraneous load). Luontainen kuorma ja sen raskaus ovat kiinteästi liitännäiset siihen, kuinka paljon aiheen sisällä on erinäisiä yhteneväisyyksiä ja sääntöjä – esimerkiksi kieliopissa luontainen kuorma on huomattava. Olennainen kuorma kuvaa oppimiseksi tehtyä ajattelutyötä, kuten asioiden vertailua ja analysointia. Tavoitteena on, että oppijan on mahdollista yh-

distää oppimansa asiat osaksi laajempia kokonaisuuksia. Kolmas avainalue on ylimääräinen kuorma, jolla tarkoitetaan kaikkea sellaista häiriötä, joka on oppimisen tiellä, kuten esimerkiksi huonosti suunnitellut ohjeet. (Brame 2016, 2.)

Parhaan oppimistuloksen saavuttamiseksi ylimääräinen kuorma tulisi minimoida niin pitkälle kuin mahdollista, ja kahta muuta avainaluetta tulisi painottaa aihealue huomioiden. Erityisen tärkeää on huomioida työmuistin rajallisuus ja keskittää oppijan huomio vain kaikista tärkeimpään informaatioon, jotta muisti kykenee hyväksymään ja tallentamaan sen. (Brame 2016, 2.)

Videoissa voidaan käyttää monenlaisia keinoja tukemaan oppimista ja aktivoimaan eri oppimisprosesseja, sekä vähentämään kuormitusta toisilla osa-alueilla. *Signaloinnilla* eli vihjeillä ohjataan katsojan huomio oikeaan asiaan näyttämällä ruudulla avainsanoja tai symboleita tärkeän informaation tukena. Tämä helpottaa vähentämään ylimääräistä kuormitusta auttamalla katsojaa hahmottamaan olennaiset asiat, sekä lisää olennaista kuormitusta, kun katsojan on helpompi yhdistellä asioita toisiinsa. *Osittelemalla* informaatio rikotaan useampaan osioon, jolloin oppija voi keskittyä yhteen opittavan asian osaan kerrallaan. Osittelu voidaan toteuttaa esimerkiksi lyhyemmillä videoilla tai pysähdyksillä, joista video siirtyy eteenpäin painalluksesta. Osittelulla voidaan pitää luontainen kuorma maltillisena. *Karsimisella* tarkoitetaan kiinnostavan, mutta ylimääräisen informaation jättämistä pois. Ylimääräisiä asioita voivat olla esimerkiksi musiikki, animaatiot tai monimutkaiset taustaelementit. Kohderyhmä vaikuttaa siihen, miten videota on tarpeen muokata – kokeneempi oppija osaa jo eritellä informaatiota paremmin, eikä välttämättä häiriinny yhtä helposti. (Brame, 2016, 2–3.)

Viimeisenä on tärkeää harkita, välittykö informaatio tehokkaammin äänen vai kuvan välityksellä. Kun hyödynnetään sekä visuaalista että auditiivista oppimista, voidaan saada aikaan kokonaisvaltaisempi oppimiskokemus. On tärkeää välttää yhden aistin ylikuormittamista, joten ei kannata esimerkiksi näyttää samaan aikaan animaatiota ja tekstiä, joita molempia tulisi seurata. (Brame 2016, 2–4.)

On luonnollisesti olennaista, että oppilaat sitoutuvat videon katseluun. Guo PJ kollegoineen tutki, kuinka pitkään opiskelijat keskimäärin katsovat videoita. Tutkimus osoitti, että opiskelijoiden sitoutuneisuus oli hyvä, tarkoittaen että opiskelijat katsoivat koko videon, kun video oli lyhyt (6 minuuttia tai alle). Opiskelijoiden sitoutuminen laski videon pituuden kasvaessa – videon pituuden ollessa 9–12 minuuttia opiskelijat katsoivat enää noin puolet videosta, ja tästä pidemmistä vain noin 20 %. Videot säilyttivät katsojan kiinnostuksen

keskimäärin kuusi minuuttia 6,9 miljoonan videonkatseluhetken otannalla. Tutkimuksessa havaittiin, että kiinnostuksen laimenemista voitiin hieman lieventää käytettäessä keskustelevaa sävyä ja innokasta puhetapaa. Sitoutumisen kannalta katsojille esitetyt kysymykset, videon jako kappaleisiin ja katsojien mahdollisuus kontrolloida videon nopeutta olivat kaikki oleellisia. (Brame 2016, 4.)

2.2 Teoriasta käytäntöön

Videon leikkauksessa hyvän opetusvideon tuntomerkkejä pyrittiin täyttämään mahdollisuuksien mukaan. Eräs olennainen päätös katsojan huomioimiseksi oli leikkauksvaiheessa jakaa video neljään osaan. Näin video saatiin rytmitettyä pienempiin kokonaisuuksiin, joista jokainen leikattiin alle kuuden minuutin pituiseksi. Tämän ajateltiin helpottavan videomateriaalin navigointia. Videon jaksotus tehtiin työvaiheiden perusteella niin, että jaksot päättyisivät työskentelyn kannalta mahdollisimman loogisiin kohtiin.

Koska videon oma, alkuperäinen taustaaani ei ollut käyttökelpoinen taustamelun vuoksi, jouduttiin harkitsemaan vaihtoehtoista äänimaailmaa. Koska hammaslaboratorio on työtilana meluisa ja uudelleennauhoitettu taustääniraita olisi voinut olla häiritsevä, päädyttiin harkitsemaan hiljaisuuden ja musiikin välillä. Ensimmäistä videota koekatseltiin sekä musiikkiraidalla että ilman, ja lopulta todettiin, että taustamusiikki oli ratkaisuna vähiten katsojaa häiritsevä. Varsinaiseksi taustamusiikiksi valikoitui tempoltaan rauhallinen mutta positiivinen ääniraita.

Videokuvassa taustalta minimoitiin häiritsevät tekijät, kuten ylimääräinen liikehdintä, mahdollisuuksien mukaan. Yleisesti ottaen paljon huomiota kiinnitettiin siihen, ettei videolla ole ylimääräisiä yksityiskohtia tai sellaista toimintaa, joka vie katsojan huomion pois olennaisesta. Lisäksi katsojalle tarjottiin tarpeen mukaan pysäytyskuvia eri työvaiheista.

Symboleita ja tekstihuomioita lisättiin avuksi kohdistamaan katsojan huomiota oikein. Esimerkiksi olennaiset mitat ja muut avainohjeet sisällytettiin tiiviisti myös itse videoon. Tämän lisäksi videoon lisättiin työskentelyohjetta vastaava numerointi ja otsikointi, jotta katsojan olisi mahdollisimman helppo seurata videota ja kirjallista ohjetta rinnakkain tai palata tiettyyn työvaiheeseen.

2.3 Opetusvideo projektityönä

Opetusvideon toteuttaminen oli projektityö. Projektityölle on tunnusomaista ainutkertaisuus, rajattu aihe, suunnittelu, ryhmätöiminta ja uuden asian kehittäminen, jotka kaikki täytyivät valitun aiheen kohdalla (Salonen 2013, 11). Opetusvideon voidaan katsoa olevan toisaalta myös kehittämistoimintaa, sillä se edistää hammasteknikkokoulutusta tarjoamalla tuleville opiskelijoille opetusmateriaalia. Kyseessä on ainutkertainen ja suunniteltu, konkreettinen tuotos, joka sitoutuu alan käsitteisiin. Nämä ovat molemmat sekä toiminnallisen kehittämistoiminnan että projektityön tunnuspiirteitä. (Salonen 2013, 13).

Työskentely vastasi eniten konstruktivistista mallia, eli yhdistelmää lineaarisesta ja spiraalimallista. Lineaarinen malli on nimensä mukaisesti suoraviivainen, ja etenee ilman väli vaiheita tai taaksepäin palaamista tavoitteen määrittelystä suunnittelun kautta toteutukseen ja päättämiseen sekä arviointiin. Spiraalimalli eroaa lineaarisesta siten, että työtä palataan arvioimaan jatkuvasti uudestaan. (Salonen 2013, 15.)

Aloitusvaiheessa käytiin keskustelua sekä ryhmää kiinnostavasta, että tarpeellisesta työstä, jolloin rajauduttiin opetusvideoon. Metallokeramian todettiin olevan riittävän erilainen aihe muihin valmistuviin opinnäytetöihin verrattuna. Suunnitteluvaiheessa työstä tehtiin kirjallinen suunnitelma, joka hyväksyttiin ohjaajalla. Tässä vaiheessa ryhmällä oli alustava kuvaussuunnitelma (Liite 2) sekä raaka hahmotelma opinnäytetyön rakenteelle. Työskentely oli suunniteltua, mutta oli mahdotonta etukäteen ennustaa, mikä onnistuu ja toimii. Ryhmä oli varautunut siihen, että työskentely saattaisi olla hyvin spiraalista, ja erinäisiä ongelmakohtia yritettiin mahdollisuuksien mukaan ennakoita. Työskentely suunniteltiin mahdollisuuksien mukaan niin, että aiempiin vaiheisiin palaaminen olisi mahdollista. Erityisesti kuvaamisen osalta tämä oli välttämätöntä, sillä moni käytännön asia osoittautui toimimattomaksi tai niitä piti muista syistä parantaa.

Esivaiheessa työtä valmisteltiin käytännössä varmistamalla työskentelypaikka, millaiselle mallille työ tehtäisiin ja testaamalla kameroita. Työstövaiheessa kuvattiin videoita ja projektin edetessä tehtiin tarvittavia muokkauksia. Videoita kuvattaessa jouduttiin tekemään uusintaottoja ja muokkaamaan aiempia otoksia, joten työskentelyä ei senkään puolesta voisi kutsua täysin lineaariseksi. Videon kuvauksen jälkeen siirryttiin tekstin työstämiseen sekä videon editointiin. Tarkistusvaiheessa jokainen ryhmän jäsen kävi läpi työn, ja lopuksi viimeistelyvaiheessa työ näytettiin sekä ohjaaville opettajille että kolmannen vuosiluokan opiskelijoille palautetta varten.

3 METALLOKERAMIA

Metalli on voimakas ja kestävä, mutta ei kovinkaan esteettinen materiaali, jonka vuoksi kokometalliset ratkaisut eivät toimi estetiikkaa vaativilla alueilla. Keraami puolestaan on esteettinen, mutta yksinään heikko materiaali, joka tarvitsee tukea kestääkseen suun purentavoimia. Metallokeramia on yhdistelmä molempia materiaaleja, ja se mahdollistaa luonnollisen näköisen, mutta myös kestävän ratkaisun estetiikkaa vaativilla alueilla. (Johnson 2015, 98.)

Metallokeramisen kruunun muodostavat metallirunko ja sen päälle poltettu luonnonhampaan anatomista muotoa mukaileva kerrostettu keraami. Metallirungon tehtävä on tukea keraamin muotoja. Keraami karakterisoidaan maaliväreillä ja kiiltopoltetaan esteettisesti luonnonhammasta muistuttavaksi. Metallokeramista kruunua voidaan tarvita silloin, kun yksittäinen hammas on niin vahingoittunut esimerkiksi kariuksen tai murtumien takia, etteivät muut hammaslääkärin suorittamat toimenpiteet enää auta säilyttämään hammasta. Tällöin hammaslääkäri voi valmistella eli preparoida hampaan hammasteknikon valmistamaa keinotekoista kruunua varten, jonka avulla voidaan palauttaa ja ylläpitää hampaiston purentakykyä ja terveyttä. Keinotekoisien kruunuhampaan on toimitava suussa kuten luonnonhammas. Tämän vuoksi metallokeramisen kruunun tulisi jäljitellä korvaamansa luonnonhampaan muotoa mahdollisimman tarkasti ja kruunua valmistavalla hammasteknikolla tulisi olla hampaiden morfologia eli muoto-oppi hyvin hallussa. (Hohmann & Hielscher 2016, 19.)

Keinotekoisien kruunun purentapinnan tulisi saavuttaa vastapurijoiden kanssa täysi toiminnallinen kontakti ja pysäyttää leuan liike. Tämän lisäksi kruunun pitäisi sallia voimien siirto hampaan vieruskudokseen eli parodontiumiin sekä sallia esteetön liukuminen ilman parodontiumin ylikuormitusta. Kruunun pinnan tarkka anatominen muotoilu puolestaan suojelee vieruskudoksen reunoja sekä vierekkäisten hampaiden välistä nystyä, luo hampaiden välien kontaktit ja takaa tuen hammaskaarella. Lisäksi keinotekoisien kruunun tarkka muotoilu edesauttaa purentasysteemin itsepuhdistusta, tukee foneettisia funktioita ja täyttää esteettiset vaatimukset. Kruunun tarkka istuvuus muodostaa yksikön preparoidun hampaan kanssa, säilyttää tuntoaistin sekä auttaa ruuan pureskelussa. (Hohmann & Hielscher 2016, 19.) Kruunurestaatio on tarpeellinen aina, kun hammaskaaren biomekaaninen ja tukeva toiminta on turvattava sekä hampaiston jo alkava rapistuminen

on saatava pysähtymään. Kruunurestoraatio voi palauttaa purentasysteemin toiminnan. (Hohmann & Hielscher 2016, 22.)

Metallokeraaminen kruunu on potentiaalisesti hyvä ratkaisu silloin, kun potilaalla on suuria kudostenetyksiä hampaissa esimerkiksi isojen paikkojen muodossa, traumoja kuten murtumia tai juurihoidetut hampaat. Metallokeramiaa käytetään, kun vaaditaan esteettinen mutta luja rakenne. Näitä tekijöitä kutsutaan indikaatioiksi. Syitä, joiden vuoksi metallokeramista kruunua ei mahdollisesti voida tehdä ovat kariesriski sekä hoitamaton parodontiitti eli hampaiden kiinnityskudosten sairaus. Estäviä tekijöitä kutsutaan kontraindikaatioiksi. (Bijelic-Donova, 19.5.2017, 17.)

Kruunurestoraatiota valitessa tulee punnita sen edut ja haitat. Metallokeramisen kruunun etuihin kuuluu esteettisyys, mikä on luonnollisesti tärkeää potilasta ajatellen. Metallokeramisen kruunun rakenne on kestävä, ja sitä voidaan tarvittaessa tukea lisää jättämällä suun sisäpinnan puolelle metallireunus tai hampaan purenta metalliin ei-näkyvillä alueilla. Tavoitteena on aina mahdollisimman kestävä rakenne, joka kuitenkin näyttää luonnonhampaalta. Hyvin kiillotettu metallokeramiakruunu on myös bioyhteensopiva elimistön kanssa, eivätkä metalli ja keraami kerää plakkia. Metallokeramisen kruunun haittapuolia ovat suuri tilantarve sekä riski pulpan eli hampaan ytimen vaurioitumiselle hampaan preparoinnin aikana. (Bijelic-Donova, 19.5.2017, 18–19.)

Metallokeramian suurimmat esteettiset haasteet aiheutuvat metallirungosta. Toisin kuin luonnonhammas ja keraami, metallirunko ei läpäise valoa. Näihin haasteisiin on pyritty vastaamaan kehittelemällä uusia keraameita sekä luomalla uusia teorioita niiden käytöstä esteettisen lopputuloksen aikaansaamiseksi. Ala kehittyy koko ajan, joten perustietojen ja -tekniikoiden osaamisen tärkeys korostuu. (Yamamoto, 1990, 117.) Tästä syystä on pidetty tärkeänä, että opiskelijat edelleen osaavat myös perinteisen metallokeramisen menetelmän ja metallin valamisen, vaikka voidaankin argumentoida, että tulevaisuudessa käytetään enemmän jyrsittyjä tai kokokeraamisia rakenteita.

4 METALLOKERAAMISEN KRUUNUN VALMISTUS

Ennen varsinaista työn aloittamista on hyvä miettiä, mikä on paras tapa toteuttaa kruunun metallisen pohjarakenteen muodot, sekä miltä lopullisen kerrostetun rakenteen halutaan näyttävän. Metallisen pohjarakenteen muoto on tärkeä, sillä sen tehtävänä on tukea keraamia. Suunniteltavan kruunun tulisi olla muodoltaan luonnollinen ja sopia yhteen vierushampaiden kanssa, jonka lisäksi sen tulee tarjota riittävät kontaktit approssimaalisesti ja okklusaalisesti, eli sekä vierushampaiden että vastapurijoiden kanssa, sekä toimia liikkeissä. Tätä varten on hyvä tarkastella tulevan kruunun paikkaa sekä sitä ympäröiviä hampaita ja miettiä kokonaisuuden tarjoamia mahdollisuuksia ja rajoitteita tulevan työn kannalta. Mikäli on esimerkiksi todennäköistä, että kruunun kervikaali- eli kaula-alue tulee näkymään, pitää etualueen kruunussa miettiä vaihtoehtoja, jotka auttavat säilyttämään estetiikan ja takaamaan sen, ettei metalli näy. Käytännössä tämä onnistuu sillä, että kruunun kaula-alueelta porataan hieman metallia pois ja kervikaalialue muotoillaan erityisesti sille tarkoitetulla keraamilla.

Keraamin kerrostamista varten valmistetaan potilaan tai harjoitustyön hampaan väriä vastaavat opaakki-, dentiini- ja inkisaalimassat ja teknikon harkinnan mukaan myös muita efektimassoja, kuten varjoon jäävien alueiden läpikuultavuutta imitoiva transpa- eli kuultomassa tai kervikaalialueen muodostava margin- eli reunamassa, jos sen tieltä on porattu metallia pois. Opaakkimassalla luodaan sidos metallin ja keraamin välille sekä varmistetaan, ettei metalli näy läpi. Dentiinimassalla muotoillaan kruunun perusmuoto ja mamelonit, kun taas inkisaali- eli kärkimassalla viimeistellään kruunun kärki. Jos tilaa on rajallisesti, valmistetaan myös opaakkista deep dentin -massaa, eli opaakkidentiiniä. Se auttaa luonnollisen lopputuloksen saavuttamista luomalla metallin päälle peittävän kerroksen, jolloin metallin reunat eivät näy häiritsevästi, kun valo läpäisee keraamikerroksen. (Ivoclar Vivadent 2015, 33.) On olemassa vielä useita muita tiettyjä erikoistehosteita luovia massoja. Niitä käytettäessä kannattaa seurata valmistajan ohjeita siitä, mille alueille niitä on tarkoitus laittaa.

Kerrostaessa kruunun muodoista kannattaa tehdä hieman liioitellut, sillä keraamimassa kutistuu poltossa noin 10 % (Johnson ym. 2015, 108). On huomioitava, että mitä enemmän kosteutta keraamimassassa on, sitä suurempi on sen kutistuma (Hohmann & Hiel-scher 2016, 65). Siksi keraamista poistetaan ennen polttoa ylimääräinen neste nenälii-

nan tai muun pehmeän ja imukykyisen paperin avulla. Tämä tapahtuu koskettamalla keraamia kevyesti nenäliinalla. Painamista tulee välttää, jotta keraami ei hajoa. Myös hius-tenkuivaajaa voi mahdollisuuksien mukaan käyttää keraamin kuivaamiseen. Keraamia kannattaa kerrostaa mahdollisimman tasapaksusti metallikruunun pinnalle, sillä poltossa ohuemmat alueet kutistuvat enemmän ja vetäytyvät paksumpia alueita kohden (Hohmann & Hielscher 2016, 65). Keraamia kerrostettaessa kannattaa ottaa siveltimeen pieni määrä massaa kerrallaan ja pitää huoli, ettei se ole liian kosteaa eikä siihen muodostu ilmakuplia (Hohmann & Hielscher 2016, 178). Liian kostean massan tunnistaa siitä, että se ei pidä muotoaan kruunulle lisättäessä.

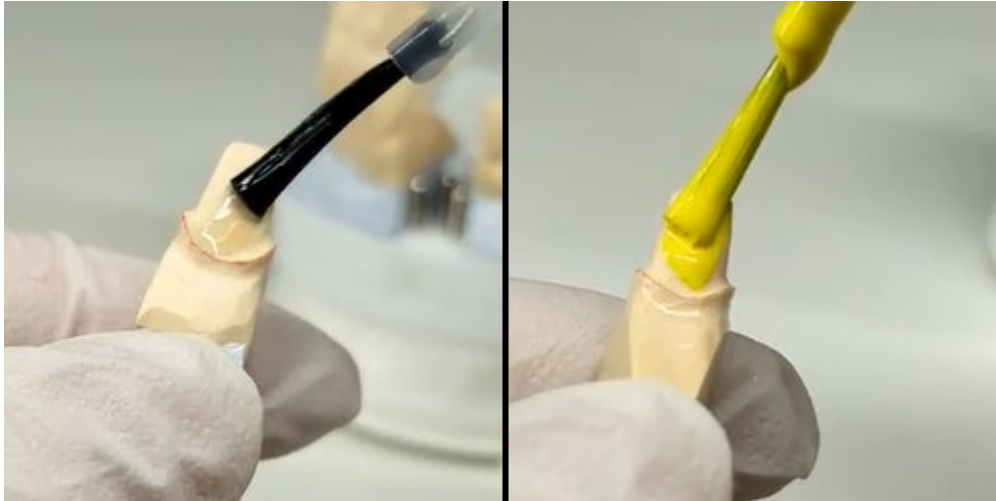
Metallokeraamisen kruunun lopulliseen onnistumiseen ja estetiikkaan vaikuttaa sen jokaisen työvaiheen harkittu ja huolellinen toteutus. Näkyviin jäävä metalliosa tulee kiillottaa huippukiiltoon plakin kertymisen ehkäisemiseksi, keraamin kerrostuksessa on huomioitava vierekkäisten hampaiden muoto ja kruunu on viimeisteltävä niiden kanssa esteettisesti yhteneväiseksi. Kerrostamalla aikaansaatuja sävyjä ja syvyyssefektejä korostetaan lopuksi maaliväreillä, ja kruunun keraamiosan pintaan levitetään viimeiseksi glaze-materiaali, joka tuo kruunulle kiiltoa ja tekee sille tasaisen, hygieenisen pinnan (Johnson ym. 2015, 110). Seuraavissa kappaleissa käydään läpi metallokeramisen kruunun valmistusvaiheet alkuvalmisteluista loppuviimeistelyyn asti.

4.1 Alkuvalmistelut

Erikoiskovasta kipsistä valettu työmalli ositetaan ja tarpeen mukaan kipsataan artikulaattoriin vastapurijan kanssa. Purennan ollessa selkeä ei artikulaattoria välttämättä tarvita, vaan liikkeet ja vastapurennan kontaktit voi katsoa käsissä. Ositetun mallin pilariosa preparoidaan poraamalla varovaisesti hiontaraja esille. Tässä voi käyttää apuna myös kirurginveistä, jonka avulla kipsiä saa poistettua erittäin tarkasti ja pieniä määriä kerrallaan, esimerkiksi pilarin hiontarajan alueelta. (Johnson ym. 2015, 88.) Pilarin hiontarajan voi halutessaan piirtää esiin punakynällä, jolloin hiontarajan muoto on helpommin havaittavissa, mikä on avuksi kruunua vahattaessa. Tämän jälkeen preparoitu pilari käsitellään kipsinkovettajalla, joka kovettaa kipsin ja estää murtumia työstövaiheessa (Kuva 1) (Johnson ym. 2015, 100). Näin voidaan varmistaa lopullisen kruunun mahdollisimman hyvä istuvuus potilaan suussa. Vastapurija voidaan myös käsitellä kipsinkovettajalla.

Seuraavaksi pilarille levitetään tilantekolakkaa kaksi kerrosta (Kuva 1). Tilantekolakan tarkoituksena on jättää valmiiseen kruunuun hammaslääkärin sementoinnille tarvitsema

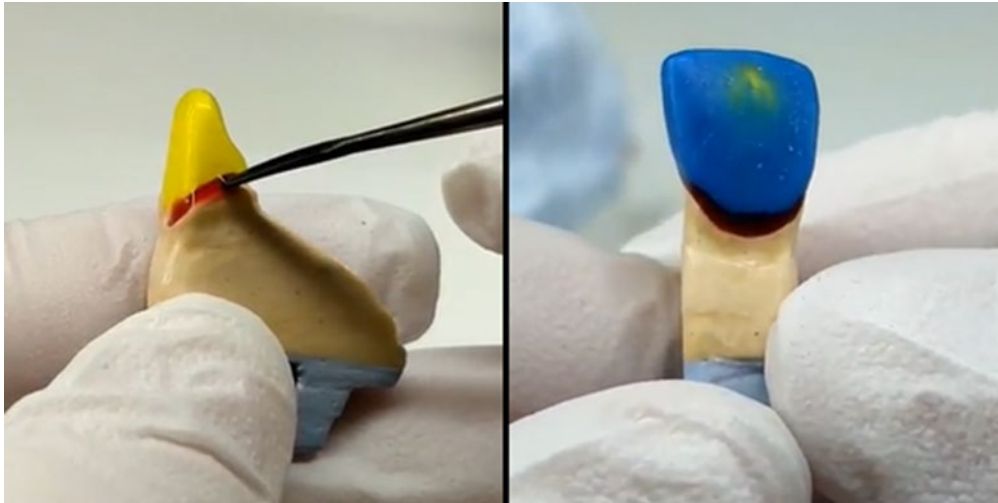
tila. Hyvä marginaalinen istuvuus varmistetaan sillä, ettei tilantekolakkaa laiteta lainkaan yhden millimetrin alueelle hiontarajasta katsoen. Kun tilantekolakka on kuivunut, levitetään pilarille, sen vierushampaille ja vastapurijalle eristysainetta, jolla varmistetaan, ettei vaha tartu liian lujasti kiinni. Eristysaineen tulee antaa kuivua kunnolla, jota voi edesauttaa puhaltamalla ylimääräinen aine pois paineilmalla. (Johnson ym. 2015, 100.)



Kuva 1. Kipsimallille levitetään kipsinkovettaja, jonka kuivumisen jälkeen lisätään tilantekolakka.

4.2 Vahaaminen ja cutback

Vahaamisen voi halutessaan aloittaa kastamalla pilari sulaan dippivahaan, jonka tarkoituksena on helpottaa vahakruunun nousemista pilarilta. Pilarin kaula-alueelle levitetään kervikaalivahaa (Kuva 2), joka auttaa jäljentämään pilarin hiontarajan mahdollisimman tarkasti. (Johnson ym. 2015, 100.) Kruunu vahataan kruunuvahalla aluksi täyteen anatomiseen muotoonsa vierushampaisiin ulkonäöltään sopivaksi morfologian sääntöjä noudattaen (Kuva 2).



Kuva 2. Pilarin kaula-alueelle levitetään kervikaalivahaa ja kruunu vahataan täyteen anatomiseen muotoonsa.

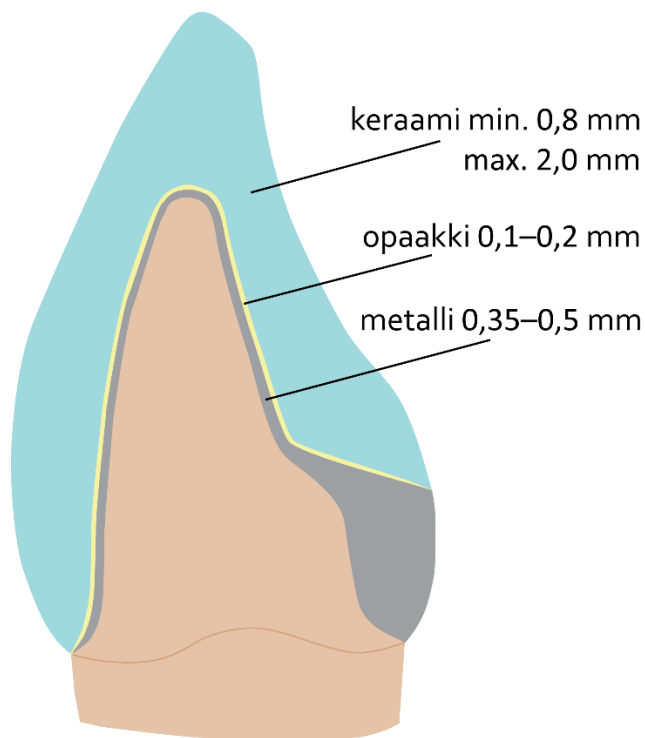
Kruunulla tulee olla hyvät ja mahdollisimman laajat kontaktit vierushampaisiin. Okklusaalipaperia apuna käyttäen tarkistetaan vahakruunun purentakontakti vastapurijaan sekä sen toimivuus liikkeissä. Kun vahakruunu on valmis, siitä otetaan putty- eli silikonimuotti mittasuhteiden malliksi kerrostamista varten. Silikonimuottia leikataan kirurginveitsellä niin, että siitä näkee kruunun korkeuden ja kärjen linjan suhteessa hammasrivistöön (Kuva 3).



Kuva 3. Valmiiseen muotoon leikattu silikonimuotti.

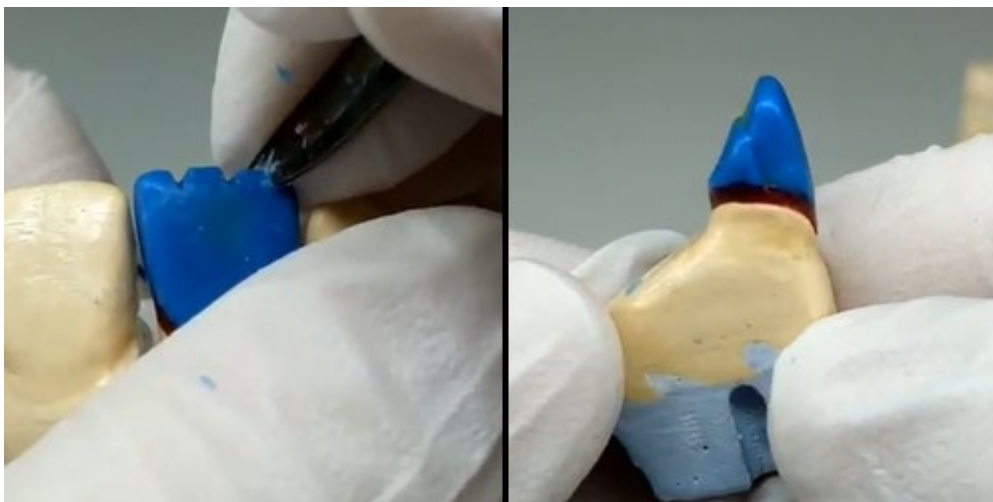
Täysanatomisesta vahakruunusta poistetaan seuraavaksi vahaa keraamikerrosta varten käyttämällä cutback-tekniikkaa. Siinä vahaan tehdään aluksi keraamikerroksen paksuutta vastaavia lovia ja sen jälkeen poistetaan vahaa tasaisesti kruunun pinnalta lovien

mukaan (Kuva 5). (Johnson ym. 2015, 101.) Keraamikerroksen paksuuden tulee olla maksimissaan 2 mm, sillä sitä paksumpi keraami on alttiimpi murtumille (Bijelic-Donova, 19.5.2017, 19). Liian ohuesta keraamikerroksesta (alle 0,8 mm) puolestaan seuraa värin epätasaisuuksia (Hohmann & Hielscher 2016, 66). Hohmannin ja Hielscherin (2016, 66) mukaan paras keraamikerroksen paksuus värin ja kestävyuden kannalta on 1,0–1,2 mm. Keraamikerroksen olisi joka tapauksessa hyvä olla kauttaaltaan mahdollisimman tasapaksu (Hohmann & Hielscher 2016, 65). Keraamikerroksen paksuuteen sisältyy opaakikerros, joka on 0,1–0,2 mm (Kuva 4) (Ivoclar Vivadent 2014, 35). Kun vahaa on poistettu tarpeeksi keraamikerrosta varten, tarkastetaan silikonimuotilla poistetun vahan määrä (Johnson ym. 2015, 101). Vahaa poistetaan vain niiltä kohdilta, joihin kerrosteaan keraamia (Kuva 5). Niiltä kohdilta, jotka jäävät pinnaltaan metallisiksi, ei poisteta vahaa.



Kuva 4. Materiaalien paksuudet yksinkertaistetusti esitettynä.

Tuleva metallin ja keraamin rajakohta muotoillaan teräväksi kulmaksi - muutoin cutback-alueen muotoilun täytyy olla tasainen, ettei epätasaisuus riko keraamia, kun kruunuun kohdistuu purentavoimia. Purentaa tai approksimaalisia kontakteja ei saa jättää metallin ja keraamin rajalle, vaan sen on osuttava selkeästi vain jommallekummalle alueelle. (Johnson ym. 2015, 99.)

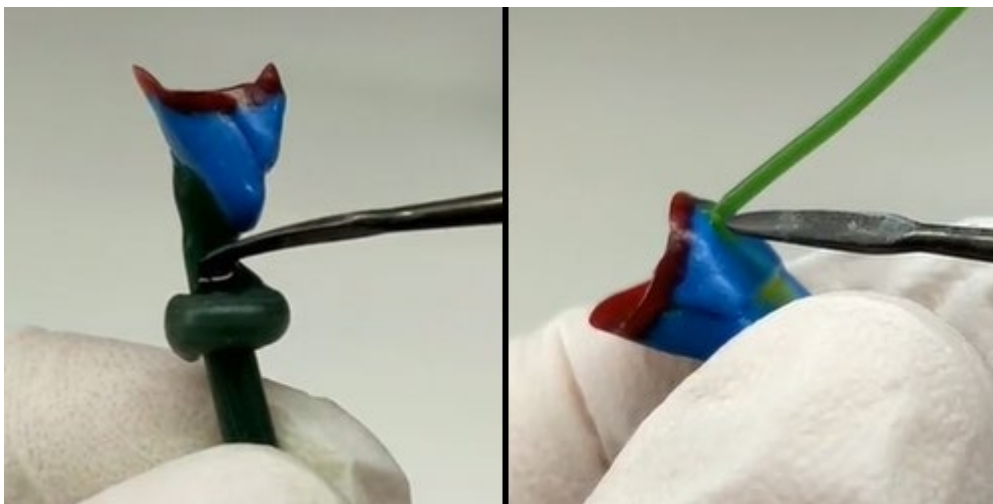


Kuva 5. Cutback-tekniikkaa käyttämällä poistetaan vaha niiltä kohdin, joihin aiotaan kerrostaa keraamia.

Jos keraamille jäävä tila ei ole riittävän paksu kestämään purentavoimia, jätetään puurenta metalliin. Metallinen kontakti on vähemmän luonnonhammasta kuluttava vaihtoehto kuin keraami (Johnson ym. 2015, 99). Keraami on metalliin verrattuna esteettisempi, mikä on tärkeää etenkin etualueen metallokeraamisissa rakenteissa. Lopuksi on vielä tarkistettava, että cutback-kruunun paksuus täyttää kauttaaltaan metallin minimipaksuusvaatimukset, eli kobolttikromia käytettäessä 0,35–0,5 mm (Hohmann & Hiel-scher 2016, 59).

4.3 Valu ja sen valmistelu

Valmiiseen cutback-vahakruunuun kiinnitetään 3 mm paksusta vahanauhasta valukanava (Johnson ym. 2015, 90). Valukanavan ja vahakruunun välisen liitoksen tulee olla mahdollisimman sileä. Valukanavaan muotoillaan valukanavasäiliö, eli paksunnos, johon kertyy metallin mahdolliset epäpuhtaudet paksun kohdan hitaamman jäähtymisen vuoksi (Kuva 6). Valukanavan pituus määräytyy siten, että kruunun etäisyys valusylinterin ulkoreunaan on 3–5 mm (Johnson ym. 2015, 90). Kruunun pinnaltaan metalliksi jäävään osaan kiinnitetään ohuesta vahalangasta lyhyt pätkä, josta tulee metallinen pidike (Kuva 6). Pidike ei ole pakollinen, mutta se helpottaa työskentelyä myöhemmissä vaiheissa. Pidikkeestä voi ottaa pinseteillä kiinni, jolloin esimerkiksi kruunun nostaminen pilarilta helpottuu, kun kerrostettu kruunu pitää siirtää pilarista uuniin.



Kuva 6. Valukanavaan muotoillaan valukanavasäiliö, ja kruunun pinnan metalliksi jäävään osaan kiinnitetään ohuesta vahalangasta pidike.

Valmis vaharakenne punnitaan ja painon perusteella lasketaan, paljonko metallia tarvitaan. Opinnäytetyön esimerkkityönä olevan ensimmäisen inkisiivin metallokeraamisessa kruunussa käytettävä metalli on Wirobond® 280. Se on kobolttipohjainen päällepolttometalli, jossa on kromia ja volframia. Tarvittavan metallin määrä saadaan kertomalla metallin tiheys vahatyön massalla. Wirobond 280 -metallin tiheys on $8,6 \text{ g/cm}^3$. On huomionarvoista, että muilla metalleilla käytetään eri laskukaavoja tarvittavan määrän selvittämiseksi. (Bego, 2016a.)

On pidettävä mielessä valulaitteen vaatima metallin vähimmäismäärä, jonka voi tarkistaa käytettävän valulaitteen käyttöoppaasta. Turun ammattikorkeakoulun käyttämä valulaite Nautilus T vaatii vähintään 10 grammaa metallia valua kohti (Bego, 2018, 50). Seuraavaksi kruunu valukanavineen kiinnitetään kartionmuodostajaan ja tarkistetaan vielä, että vaadittavat etäisyydet valusylinterin reunoista toteutuvat. Yläpuolelta katsottuna vahakruunun tulee olla keskellä valusylinteriä, ja 3–5 mm sylinterin yläreunan alapuolella. (Johnson ym. 2015, 91).

Valusylinteri vuorataan kevyesti vedellä kostutetulla valunauhalla (Johnson ym. 2015, 91). Tarvittava valunauhan pituus katsotaan valunauhapaketin mittataulukosta. Vaharakenne eristetään pintajännitteen alentajalla, puhalletaan ylimääräinen kevyesti pois paineilmalla ja painetaan sylinteri varovasti kiinni kartionmuodostajaan (Johnson ym. 2015, 91). Tämän jälkeen otetaan valmiiksi valumassalle tarkoitettu vakuumisekoituskulho sekä -kansi ja huuhdellaan kulho vedellä, minkä jälkeen se kuivataan paineilmalla tai paperilla. Jauhemaisen valumassan hengittäminen on terveydelle vaarallista, minkä

vuoksi valumassaa sekoitettaessa tulee käyttää suojamaskia (Johnson ym. 2015, 90). Valumassajauhetta ja -nestettä käytetään sylinterin kokoa vastaava määrä valmistajan ohjeistuksen mukaan. Mitataan käytettävä neste ja tislattu vesi. Tämä nesteseos ja jauhe kaadetaan sekoituskuppiin ja sekoitetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Turun ammattikorkeakoulun käyttämää Bellavest® SH -valumassaa sekoitetaan ensin käsin 30 sekuntia ja sitten vakuumisekoittimessa 60 sekuntia, minkä jälkeen sekoituskupin annetaan olla vakuumissa 30 sekuntia ilman sekoitusta (Bego, 2016b, 1).

Kun valumassa on valmis, se kaadetaan sylinteriin ohuena nauhana täryttimen päällä (Kuva 7). Valumassaa kaadettaessa on pidettävä huoli siitä, että kruunun sisälle menee massaa eikä siihen tule kuplia. Tämän varmistamiseksi voi kruunun sisään lisätä valumassaa varovasti instrumentilla (Kuva 8) ennen varsinaista kaatamista. Mikäli on aihetta olettaa, että ilmakuplia on jäänyt kruunuun, voi massaa kaataa takaisin sekoituskuppiin niin että vahakruunu paljastuu. Täytetään sylinteri uudestaan sekoituskuppiin kaadetulla massalla. (Johnson ym. 2015, 91.) Annetaan massan kovettua ohjeessa vaadittu aika, eli Bellavest SH -valumassaa käytettäessä 25–30 minuuttia, jonka jälkeen poistetaan kartionmuodostaja (Bego, 2016b, 1).



Kuva 7. Valumassa kaadetaan sylinteriin ohuena nauhana.



Kuva 8. Ilmakuplien välttämiseksi valumassaa voi lisätä instrumentilla kruunun sisälle.

Kovettuneen valumassan muodostama sylinterin pohja tasoitetaan kuivassa tahkossa ja varmistetaan, että sylinteri seisoo pöytätasolla suorassa ja keikkumatta. Tasoitettu sylinteri siirretään pihdeillä esilämmitettyyn uuniin (Kuva 9). Uunin lämpötilan tulee olla 900 °C ja pitoaika on 30–60 minuuttia riippuen sylinterin koosta sekä sylinterien määrästä. Jokaista sylinteriä kohti lasketaan 10 minuuttia lisää pitoaikaa. (Bego, 2016b, 2.)



Kuva 9. Sylinteri siirretään pihdeillä uuniin.

Kun valusylinteri on ollut uunissa tarvittavan ajan, aloitetaan laitekohtaiset valmistelut metallivalua varten. Turun ammattikorkeakoulussa on käytössä valulaite Nautilus T, johon työvaihekuvauksessa käsitellään kyseisen laitteen käyttöä. Asetetaan valulaitteeseen sylinterin kokoa vastaava alusta ja laitetaan kruunuun käytettävälle metallille tarkoitetut deegelit eli keraamiset upokkaat paikoilleen. Valuprosessi aloitetaan valitsemalla käytettävä ohjelma metallin mukaan. Valulaitteen näytölle tulee ohjeita, joita tulee seurata joka vaiheessa. Kun laite ohjeistaa lisäämään metallin, laitetaan tarvittu määrä Turun ammattikorkeakoulun käyttämää Wirobond 280-metallia deegeleihin ja seurataan valulaitteen ohjeita. Laitteen kuumentaessa metallia tarkkaillaan sen muotoa. Sulan metallin alkaessa muotoutua pallomaiseksi, keskeytetään esikuumennus ja siirretään sylinteri varovaisesti pihdeillä uunista valulaitteeseen. Tämän jälkeen suljetaan valulaitteen luukku ja käynnistetään metallin kuumennus uudestaan. Kun sulan pallomaisen metallin pinta halkeaa, aloitetaan valun viiveen laskenta, jonka päätyttyä suoritetaan metallivalu. (Bego, 2018, 58.) Kun valu on valmis, poistetaan sylinteri varovaisesti laitteesta ja siirretään syrjään kuumuutta kestäväälle alustalle, jossa sen annetaan jäähtyä rauhassa.

Sylinterin kunnolla jäähtyttyä se siirretään veteen, kunnes valumassa on kauttaaltaan kostunut. Näin ehkäistään valumassa-aineen pölyäminen sylinteriä purkaessa. Liottamisen jälkeen työnnetään valumassasisus sylinteristä ulos ja puretaan sitä kipsisaksilla leikatun niin, että valunappi paljastuu. Seuraavaksi otetaan kipsisaksilla valunapista kiinni ja lyödään siihen vasaralla, kunnes metalliosa tulee esille (Kuva 10). Loput valumassa-ainekset ja oksidikerros hiekkapuhalletaan pois. (Johnson ym. 2015, 93–94.) Kobolttikromia voidaan hiekkapuhaltaa 250 µm alumiinioksidilla 3–4 baarin paineella (VITA

Zahnfabrik 2012, 21). Hiekkapuhallus voidaan tehdä myös esimerkiksi 50–100 µm alumiinioksidilla (Ivoclar Vivadent 2015, 28). Pienempää alumiinipartikkelikokoa voidaan käyttää, jos halutaan varoa vahingoittamasta erityisesti kruunun kervikaalialuetta. Hiekkapuhallus 2 baarin paineella on myös hellävaraisempi vaihtoehto.



Kuva 10. Sylinteriä lyödään vasaralla, kunnes suurin osa valumassasta on irronnut.

4.4 Metallin käsittely

Kun metallirakenne on hiekkapuhallettu puhtaaksi, siirrytään metallin työstöön materiaalille sopivilla laikoilla ja poranterillä. Kruunusta katkaistaan valukanava laikalla, jonka jälkeen porataan jäljelle jäänyt kohouma pois. Valukanavan poiston jälkeen kruunu soviteaan pilarin päälle. Jos kruunu ei istu, suihkutetaan pilarin päälle okklusaalisprayta, sovitetaan kruunu uudestaan pilarille ja porataan ilmenneet korotukset pois. Tätä toistetaan, kunnes kruunu istuu täydellisesti pilarille. Tämän jälkeen tarkistetaan approksimaaliskontaktit okklusaalipaperin avulla ja korjataan kontakteja tarvittaessa poraamalla. (Johnson ym. 2015, 95.) Kruunun pinta siistitään poralla käyttäen vain yhdensuuntaista liikettä. Näin estetään poratessa irtoavia hiukkasia kiinnittymästä pinnan materiaaliin. Siistiessä tulee kiinnittää huomiota, ettei keraamin kanssa kosketuksiin tulevaan pintaan jätetä teräviä kohtia tai epätasaisuuksia, vaan se työstetään sileäksi. Tämä on tärkeää, sillä metallin pintaan jäävät epätasaisuudet voivat aiheuttaa halkeamia keraamiin. (Johnson ym. 2015, 104.) Lopuksi kruunun pinta kiillotetaan kauttaaltaan kiillotuskumeilla (Kuva 11).



Kuva 11. Kruunun pinnan siistimiseen käytetään kovametallifreesareita ja hiomakiviä, sekä kiillotukseen kiillotuskumeja ja -harjoja sekä kiillotuspastaa.

Jos metalli tuotiin puretaan, tarkistetaan purenta. Mikäli aikomuksena on kerrosta kerrikaalialue, lyhennetään poralla kruunun reunaa halutulta alueelta. Metallin työstön jälkeen karhennetaan hiekkapuhaltamalla alumiinioksidilla ne osat, joihin kerrostetaan keraamia (Kuva 12). Näin metallin pintaan muodostuu keraamin sidostumiseen vaadittavaa mikromekaanista retentiota (Johnson ym. 2015, 104). Muu metalli jätetään kiiltäväksi. Lopuksi kruunu höyrypestään, jotta pinta olisi täysin puhdas keraamin kerrostusta varten. Keraamin kerrostusvaiheessa kruunuun ei saa koskea paljain käsin, ettei kruunuun siirry rasvaa ihosta (VITA Zahnfabrik 2012, 21). Tämän vuoksi tulee käyttää suojakäsineitä ja kruunu tulisi muutenkin höyrypestä aina, jos se likaantuu. Ennen kerrostamisen aloittamista eristetään kipsimalli keraamin eristysaineella.



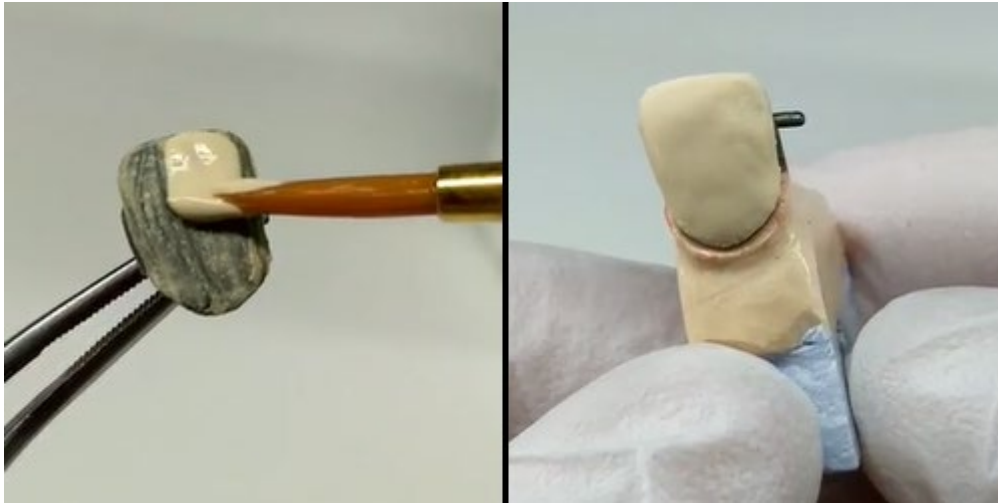
Kuva 12. Kruunusta hiekkapuhalletaan ne osat, jotka tulevat keraamin kanssa kontaktiin.

4.5 Opaakki ja keraamin kerrostus

Tässä esimerkkityössä käytettiin Turun hammasteknikkokoulutuksen käytössä olevia Ivoclar IPS Style® Ceram -keraamimassoja, joten massoista puhutaan sille sarjalle ominaisilla nimillä. Eri valmistajilla on erilaisia nimityksiä saman efektin aikaan saaville keraamimateriaaleille, mutta perusmassat on yleensä nimetty samalla tavalla viitaten tiettyyn hampaan osaan. Valmistajien käyttöohjeista voi tarkistaa eri massojen käyttötarkoitukset, mikäli sitä ei pysty pääättelemään suoraan massan nimestä.

Metallokeraamisen kruunun kerrostaminen aloitetaan wash-opaakin eli pohjustusopaa-kin levittämällä. Wash-opaakki on ensimmäinen, ohut opaakkikerros, joka luo sidoksen metallin ja keraamin välille ja valmistaa kruunun keraamin kerrostusta varten (Johnson ym. 2015, 106). Sekoitetaan opaakkijauheesta ja sille sopivasta opaakkinesteestä kermamainen opaakkimassa. Kruunua pidetään pinseteissä tukevasti ja levitetään sille opaakkia metallin ja keraamin rajaan asti ohut, tasainen kerros (Kuva 13). Tämän jälkeen mahdolliset epätasaisuudet tasoitetaan siveltimellä. (Johnson ym. 2015, 107.) Opaakkia levitettäessä tulee varoa, ettei sitä mene kruunun sisälle.

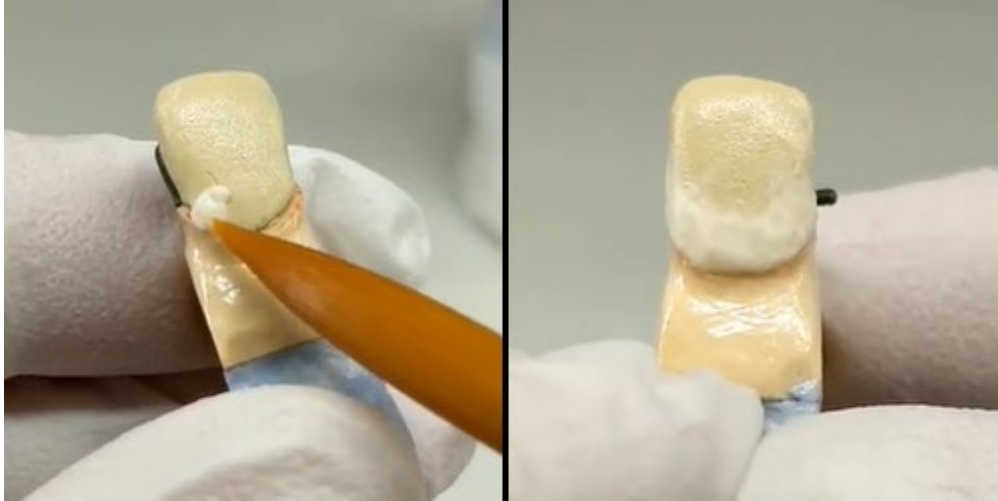
Kun ensimmäinen opaakkikerros on valmis, asetetaan kruunu pinseteillä polttoalustalla olevan pidikkeen päälle ja uuniin. Turun ammattikorkeakoulun käyttämässä Ivoclar Programat P510 -uunissa valitaan poltto-ohjelmaksi ensimmäinen opaakkipoltto. Polton jälkeen kruunun annetaan jäähtyä. Tämän jälkeen kruunulle levitetään toinen, peittävä ja tasainen kerros opaakkia. Toisen opaakkikerroksen tehtävänä on estää metallin värin heijastuminen keraamikerroksen läpi (Johnson ym. 2015, 106). Metallia ei siten tulisi enää näkyä läpi, mutta opaakkikerros ei saa olla silti liian paksu, jotta keraamille jää tarpeeksi tilaa. Kruunu laitetaan toiseen opaakkipolttoon.



Kuva 13. Opaakkia levitetään tarvittava määrä niin, ettei metalli näy läpi.

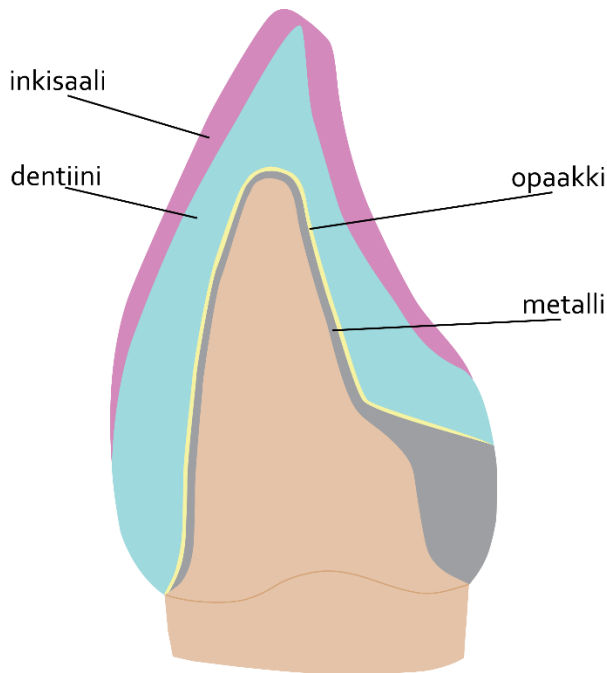
Jos kruunun kervikaalialue jää metalliin, voidaan siirtyä suoraan dentiinimassan laittoon. Jos taas kervikaalialue tehdään kerrostamalla, eristetään tässä vaiheessa malli hyvin uudestaan ja asetetaan höyrypesty kruunu pilarille. Valmistetaan margin-massa sekoittamalla margin-jauhetta ja sille sopivaa muotoilunestettä opaakkia paksummaksi seokseksi, jota levitetään kervikaalialueelle ”makkaraksi”, eli sivuprofiililtaan pisaramaiseksi ulkonemaksi (Kuva 14). Massa kuivatetaan kevyesti nenäliinalla tai mahdollisuuksien mukaan hiustenkuivaajalla ja nostetaan kruunu varovasti pilarilta niin, ettei massan muodostama kervikaalialue murene. Yhä varoen asetetaan kruunu polttoalustalle ja laitetaan se ensimmäiseen margin-polttoon. (Ivoclar Vivadent 2015, 40.)

Jäähtynyt kruunu höyrypestään ja sovitetaan pilarille. Tarvittaessa porataan kruunua kerrostetulta kervikaalialueelta niin, että se istuu pilarilla. Malli eristetään jälleen ennen uuden margin-kerroksen lisäämistä. Margin-massaa levitetään poltossa vetäytyneen keraamin muodostamaan rakoön kervikaalialueelle. Muotoillaan kervikaalialue valmiiksi, kuivatetaan keraami nenäliinalla tai hiustenkuivaajalla, ja laitetaan kruunu varoen toiseen margin-polttoon. Polton jälkeen höyrypestään jäähtynyt kruunu. (Ivoclar Vivadent 2015, 41.)



Kuva 14. Margin-massa levitetään tasaisesti kruunun kervikaalialueelle.

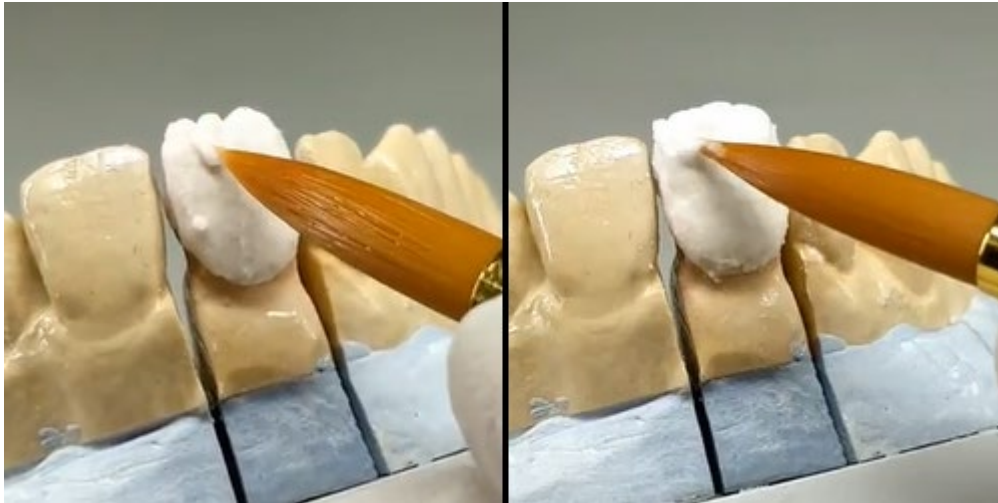
Aloitetaan koko kruunun kerrostaminen eristämällä malli hyvin uudestaan ja laittamalla höyrypesty kruunu pilarille. Sekoitetaan tarvittavat kerrostusmassat keraamijauheista ja muotoilunesteestä. Kruunun kerrostamiseen riittää vähimmillään dentiini- ja inkisaalimassat (Kuva 15), mutta jos tilaa keraamille on rajallisesti, kannattaa valmistaa myös deep dentin -massaa. Koostumukseltaan keraamimassan tulisi olla opaakkimassaa paksumpaa, jotta kruunun muotoilu olisi mahdollisimman helppoa. Mikäli käytetään deep dentiniä, levitetään sitä ohuelti koko kruunulle ja tehdään sillä kruunun kärkeen hieman korkeutta. Dentiinimassaa kerrostetaan paksuhko kerros koko kruunulle, kärkeä kohti ohentuen. Sillä muotoillaan myös mamelonit kiilamaisina muotoina kruunun inkisaalikärkeen, minkä jälkeen muotoillaan kruunun kärki loppuun inkisaalimassalla (Kuva 16). (Ivoclar Vivadent 2015, 33–34.)



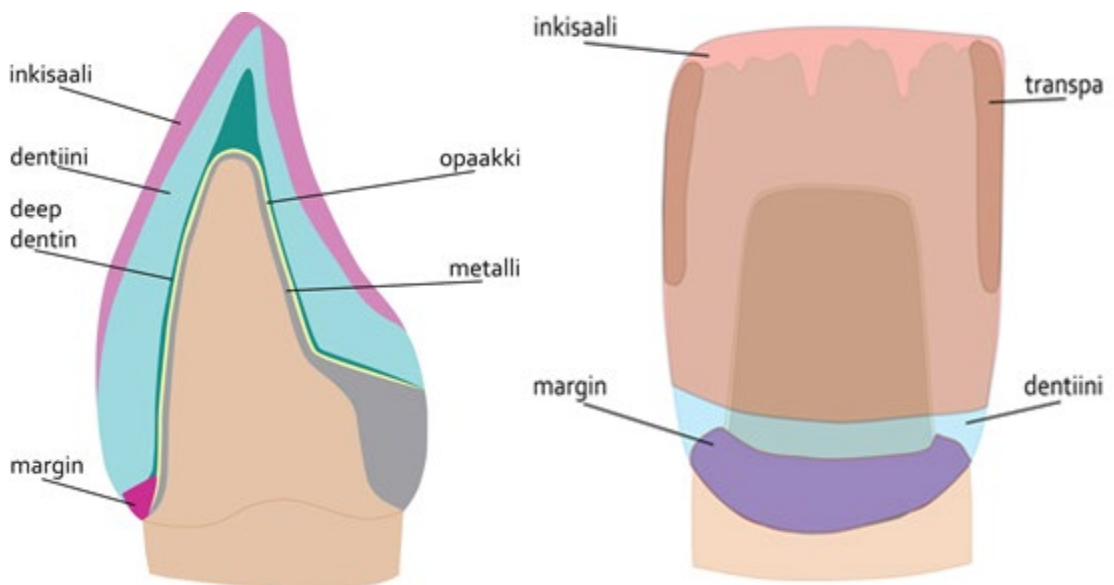
Kuva 15. Yksinkertaisimmillaan kruunun voi kerrostaa dentiini- ja inkisaalimassoilla.

Halutessaan kruunun reuna-alueille voi laittaa transpamassaa. Levitetään lopuksi inki-saalimassaa kruunun pinnalle häivyttämällä kervikaalialuetta kohti. (Hohmann & Hielscher 2016, 171.) Kruunun palatinaali- eli takapinta muotoillaan samalla periaatteella kuin labiaalipinta. Lopuksi nostetaan pinseteillä pilari mallilta ja muotoillaan kruunun approksi-maalipinnat valmiiksi. Kruunun muotoja kannattaa liioitella keraamin kutistuman vuoksi. Kun kerrostus on halutunlainen, tasoitetaan keraamimassan pinta vielä isolla, kuivalla siveltimeillä. Pintaa voi tasoittaa myös värissyttämällä, joka tapahtuu vetämällä uurteista eli pintakuvioitua metallityökalua edestakaisin kruunua pitelevän pinsetin pinnalla. Näin tärinä välittyy kruunuun hallitusti. Tässä kannattaa olla varovainen, sillä liian rajua värissyttämisen tasoittaa keraamia liikaa ja vie samalla massaan saadut muodot.

Tämän jälkeen asetetaan valmiiksi kerrostettu kruunu (Kuva 17) varovasti polttoalustalle pidikkeen päälle ja asemoidaan se sille suoraan, jolloin keraamin kutistuma tapahtuu tasaisesti. Vinossa asennossa olevan kruunun posliinimassa kutistuu painovoiman suuntaisesti, mutta kunhan keraamikerros on kauttaaltaan tasapaksu, on painovoiman suuntainen kutistuma vähäistä. (Hohmann & Hielscher 2016, 69.) Laitetaan kruunu uuniin ja valikoidaan poltto-ohjelmista ensimmäinen dentiinipoltto.



Kuva 16. Dentiinimassalla muotoillaan mamelonit kruunun inkisaalikärkeen. Inkisaalimassa levitetään mamelonien päälle ja muotoillaan kärjen muoto loppuun.



Kuva 17. Alueet, joihin esimerkissä käytetyssä tapauksessa lisättiin keraamimassat.

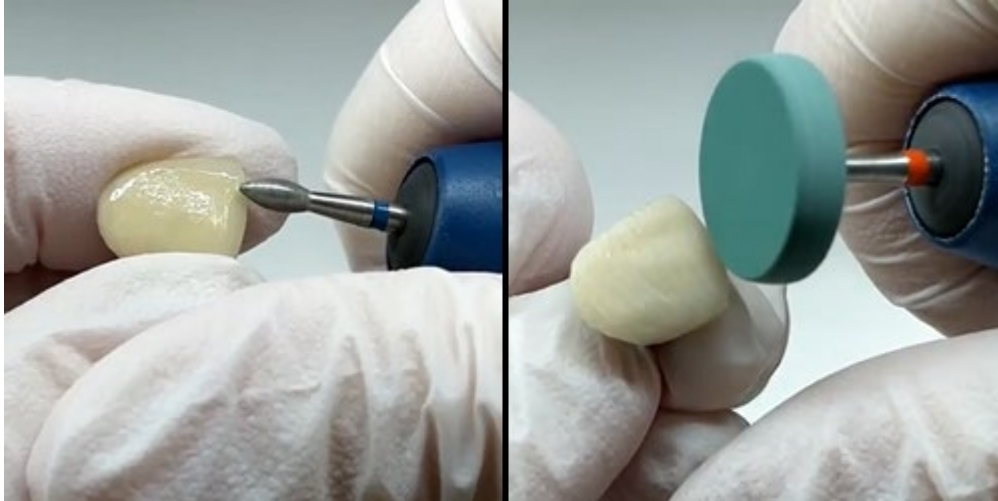
Kun kruunu tulee poltosta, annetaan sen jäähtyä itsekseen. Kruunun jäähtyttyä voi tarkistaa silikonimuotin avulla, että se vastaa täysanatomiseksi vahatun kruunun korkeutta (Kuva 18). Jos kruunussa on ylimääräistä keraamia eikä se mahdu mallille tai on liian korkea, sitä voi porata ja tasoittaa. Mahdollisille vajaille alueille kerrostetaan lisää keraamia. Tulee huomioida, että keraamia saa porata vain timanttikoralla, ja että työ on höy-

rypestävä ennen kerrostamista sekä aina poraamisen jälkeen. Mikäli kruunua kerrosteaan lisää, asetetaan poltto-ohjelmaksi toinen dentiinipoltto. Dentiinipolton voi tehdä muutamia kertoja, mutta toistuvat kuumennukset voivat aiheuttaa muun muassa metallin vetäytymistä, joten ylimääräisiä polttoja kannattaa välttää. (Anusavice ym. 2013, 33–34.)



Kuva 18. Kruunun korkeus tarkistetaan aiemmin otetun silikonimuotin avulla.

Kun kruunusta on saatu sopivan kokoinen ja muotoinen, ja jos kontakti on jätetty keraamiin ja kontakti on saatu hyväksi, voi kruunua vielä karakterisoida timanttikorilla (Kuva 19). Keraamin kuumentuessa sen pintaan saattaa muodostua mikromurtumia, jonka takia poratessa tulee välttää keraamin kuumentumista. Tämän vuoksi poran kierrosnopeuden tulisi olla korkea ja poranterän kosketuksen keraamin pintaan kevyt. Tämä menettely myös säästää timanttikoraa ja lisää sen käyttöikää. (Johnson ym. 2015, 111.) Mahdolliset epätasaisuudet hiotaan tasaisiksi, posliinin pintaa karhennetaan kevyesti maalausta varten ja kruunun pintamuotoja tarvittaessa muotoillaan. Vastakeilatimantilla voi tehdä kevyesti hampaan luonnollista anatomiaa jäljenteleviä uurteita kruunun pintaan. (Hohmann & Hielscher 2016, 179.) Lopuksi kruunu höyrypestään ennen maalaamiseen siirtymistä.

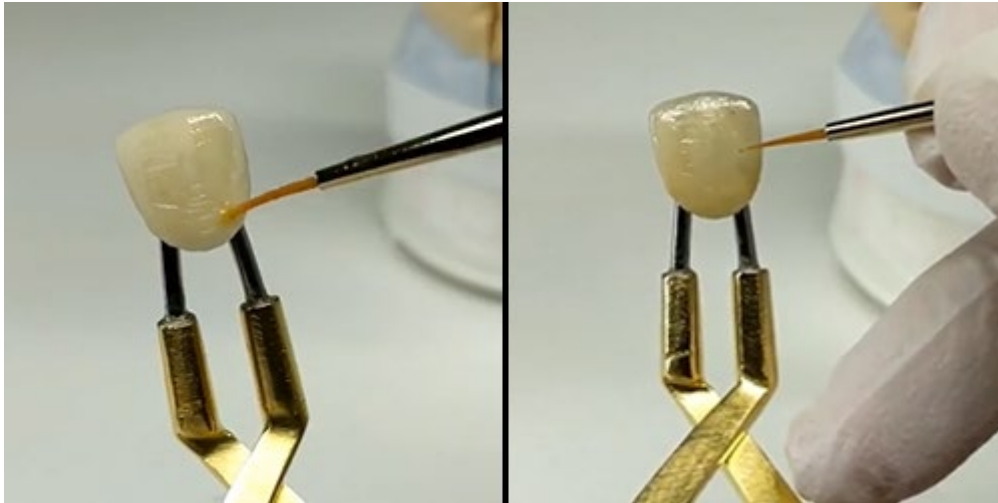


Kuva 19. Kruunua voi muotoilla ja karakterisoida timanttikorilla, sekä karhentaa kevyesti ennen maalaamista.

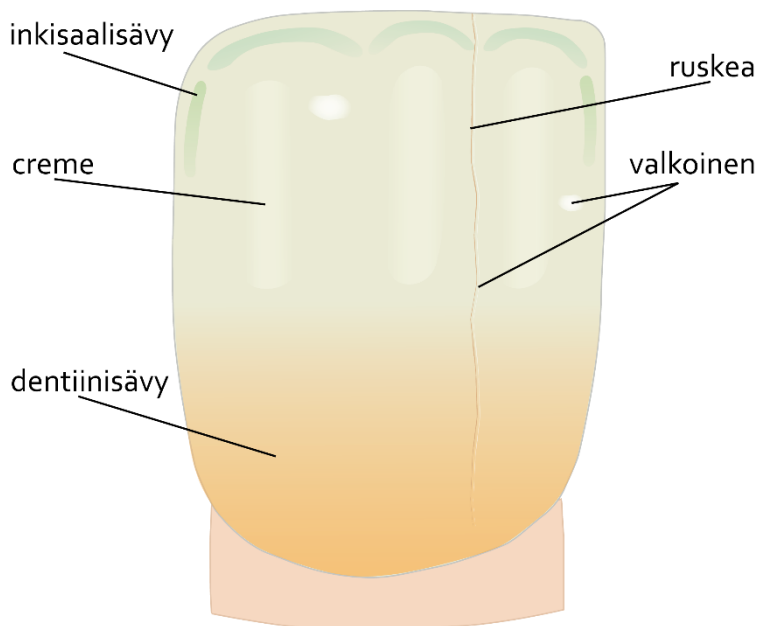
4.6 Maalaus ja viimeistely

Kruunun ollessa maalausvalmis, kostutetaan sen pintaa kevyesti värien sekoitusnestellä, jotta maalin tasainen lisääminen on helpompaa (Kuva 20). Sekoitetaan halutut maalivärit yhdistämällä sävyjauhetta ja värien sekoitusnestettä juoksevaksi seokseksi. Apuna kruunun maalaamisessa voi käyttää hampaiden värinmääritykseen tarkoitettua väriskaalalta halutun väristä mallihammasta, josta näkee millaiseen sävyjakautumaan tulisi pyrkiä (Johnson ym. 2015, 110). Luonnollisen sävyn aikaansaamiseksi levitetään oranssimaista dentiinisävyä kervikaalikolmannekselle niin, että väri vaalenee kärkeä kohti. Sinertävää inkisaalisävyä voi levittää ohuelti kruunun kärkikolmanneksen mesiaali- ja distaalialueille sekä kärkeen mamelonien muotoa mukailien luomaan läpikuultavaa efektiä. Kruunun harjanteille voi laittaa korkeutta korostavaa kermamaisen vaaleaa creme-sävyä. Valkoisella ja ruskealla voi tehdä karakterisointia, kuten kalkkilaikkuja tai halkeamia (Kuva 21). (Hohmann & Hielscher 2016, 171.)

Maalivärejä kannattaa käyttää varovasti, sillä värit saattavat näyttää erilaiselta polton jälkeen. Maalauksen voi tehdä useammassa erässä ja lisätä tarvittaessa väriä myöhemmillä poltoilla. Varsinkin aloittelijan kannattaa opetella maalaamista himmeillä väreillä ja useammilla poltoilla. Karakterisoinnit voi tehdä eri poltolla kuin varsinaiset sävymaalaukset, jolloin kokemattomampi maalaaja voi varmistaa, etteivät värit sekoitu toisiinsa. Kun kruunu on valmis laitettavaksi uuniin, valitaan ohjelmaksi maaliväripolttu.



Kuva 20. Kruunun pinta kostutetaan kevyesti sekoitusnesteellä, jonka jälkeen maalauksen voi aloittaa.



Kuva 21. Maaleilla maalataan ja karakterisoidaan kruunun keraamiosat halutunlaiseksi.

Kun kruunun maalaus on valmis, sekoitetaan vielä läpinäkyvä glaze- eli kiillemateriaali, joka antaa keraamille lopullisen kiillon (Kuva 22). Glaze-jauheesta ja värien sekoitusnesteestä sekoitetaan hieman nestemäinen massa, joka ei saa olla liian juoksevaa, ettei se valu poltossa, eikä liian paksua, jolloin se voi jäädä kruunun pinnalle epätasaisiksi paa-

kuiksi. Glaze-materiaalia levitetään ohuelti kruunun pinnalle niin, ettei siitä tule liian tasapaksua lammikkomaista kerrosta, jolloin se peittää alleen kruunun hienovaraisemmat muodot (Hohmann & Hielscher 2016, 179). Mikäli jokin keraamisen alueen kontakti tuntuu liian kevyeltä, voidaan se tässä vaiheessa vielä korjata lisäämällä halutulle kontaktialueelle paksummaksi sekoitettua glaze-materiaalia. Tämä vahvistaa kontaktia, mutta voi myös tehdä siitä liian voimakkaan. Tällöin liika kontakti tulee varovaisesti porata sopivaksi käyttäen tarkoituksenmukaisia välineitä. Pienen määrän poistamiseen käy esimerkiksi kiillotuskumi, jonka avulla on helppo varoa poistamasta kontaktia liikaa. Kun glaze-materiaalin lisäys on valmis, kruunu laitetaan uuniin ja ohjelmaksi valitaan kiilto-
poltto.



Kuva 22. Kruunu kiilto-
polton jälkeen. Tarvittaessa kiilto-
poltoja voi tehdä useampia,
mutta turhia polttoja tulee välttää.

Aivan lopuksi viimeistellään metalli. Kruunun metallipidike katkaistaan ja sen alue tasoitetaan sekä kiillotetaan. Tämän jälkeen kruunu hiekkapuhalletaan alumiinioksidilla sisäpuolelta varoen kruunun reunoja sekä keraamia. Metallin kiillotukseen tarkoitettua kiillotuskumia, harjoja ja villakoiralla sekä metallin kiillotukseen tarkoitettua kiillotuspastalla (Kuva 23). (Hohmann & Hielscher 2016, 180.) Loppukiillotuksen aikana tulee varoa metallin ja keraamin rajaa, sillä eri materiaalien kulumisen tapahtuu eriasteisesti kiillotuksen aikana. Huolimaton työskentely saattaa näin ollen johtaa toisen materiaalin liialliseen kulumiseen. Kiillotuksen jälkeen tarkistetaan vielä kaikki kontaktit ja purenta. Lopuksi valmis kruunu (Kuva 24) puhdistetaan höyrypesurilla ja/tai ultraäänipesurilla.



Kuva 23. Loppuviimeistelyyn käytettävät välineet käyttöjärjestyksessä, vasemmalta katsoen katkaisulaikka, kumit, harja ja villakoira sekä kiillotuspasta.

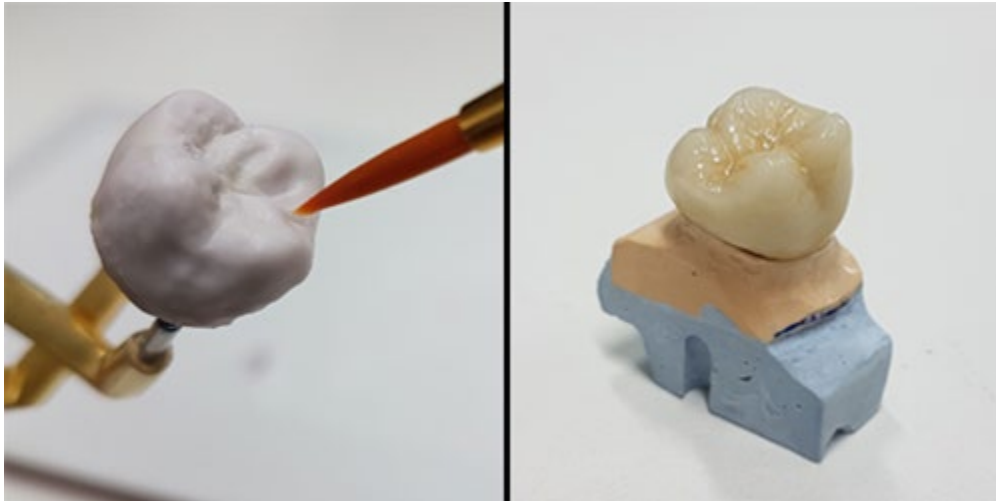


Kuva 24. Valmis metallokeeraaminen kruunu.

5 TAKA-ALUEEN KRUUNUN KERROSTUS JA MAALAUUS

Taka-alueen kruunut voidaan periaatteessa peittää kokonaan keraamilla (Kuva 25), kunhan olosuhteet potilaan purennan, pilarin preparaation ja sovituksen suhteen ovat optimaaliset. Erittäin sileäksi kiillotettu keraaminen okklusaalipinta ei kuluta vastapurijaa luonnonhammasta enempää, mutta jos purupinnassa on vastapurijaan nähden epätarkat kontaktit, voi siitä seurata ylimääräistä kulumaa ja jännitystä sekä vastapurijalle että kruunuhampaalle, kuten myös niiden vieruskudoksiin. (Hohmann & Hielscher 2016, 69.) Keraaminen okklusaalipinta on erittäin hankala kiillottaa täydellisen sileäksi. Keraamipurupinta tulee valmistaa täsmällisemmäksi kuin metallinen vastaava, jotta välttyttäisiin väärälaisten kontaktien tai epätasaisen keraamipinnan aiheuttamilta vastapurijoiden tai kruunuhampaan liikkumiselta ja kudosten tulehduksilta. (Yamamoto 1990, 83.) Jos kruunun suunnittelussa päädytään metalliseen purupintaan, tulee muistaa jättää kontaktit vähintään 2 mm päähän metallin ja keraamin rajasta (Hohmann & Hielscher 2016, 70).

Keraaminen okklusaalipinta on esteettisesti optimaalinen, kunhan väri on saatu täsmäämään muuhun hampaistoon (Hohmann & Hielscher 2016, 70). Keraamikerroksen paksuuden on oltava riittävä, ja jos molaarikruunu kerrostetaan perinteisellä tavalla, on käytettävä eri keraamimassoja oikeita kerrostustekniikoita noudattaen, jotta kruunuun saadaan luonnonhammasta muistuttava sävy ja sen syvyysvaikutelmat (Yamamoto 1990, 83). Molaari voidaan kerrostaa käyttämällä myös sille suunnattua niin kutsuttua one-massaa. Silloin ei tarvita erikseen dentiini-, inkisaali- tai muita massoja, vaan koko kerrostus tehdään yhdellä ainoalla keraamimassalla. Kerrostus on tällöin vähemmän monimutkaista kuin jos sen tekisi useammalla eri massalla (Ivoclar Vivadent 2015, 3).



Kuva 25. Molaarikruunun kerrostus vastaa pitkälti etualueen kruunua, mutta purukontakti on vaativampi.

Molaarikruunun kerrostus seuraa samaa kaavaa kuin etualueen kruunun, mutta molaarissa on huomioitava sen runsaammat muodot sekä vaativampi purukontakti. Metallin käsittelyn ja hiekkapuhalluksen jälkeen puhdistettu kruunu laitetaan kahdesti opaakkipolttoon, jonka jälkeen se laitetaan hyvin eristetylle mallille ja sille kerrostetaan posliinimassaa liioitellen mittasuhteita hieman polttokutistuman vuoksi (Ivoclar Vivadent 2015, 63–65). Myös vastapuriija tulee muistaa eristää. Okklusaalipinta muotoillaan vastapuriijoihin sopivaksi mallien ollessa artikulaattorissa, jonka inkisaalipuikolla on kohotettu purentaa kutistumaa ennakoiden (Yamamoto 1990, 84). Purupinnan fissuuroita voi muotoilla terävällä instrumentilla (Yamamoto 1990, 93).

Posliinin pinta tasoitetaan isolla, kuivalla sudilla ennen polttoa. Jos käytetään one-massaa, asetetaan kruunu varovaisesti polttoalustalle ja laitetaan ensimmäiseen one-polttoon. Seuraavaksi mallit eristetään uudelleen, kruunu puhdistetaan ja muotoillaan loppulliseen muotoonsa niiltä osin kuin vielä tarvitsee ja laitetaan uuniin toiseen one-polttoon. Keraamia voi tarvittaessa porata timanttipurilla sopivan kokoiseksi. Kun kruunun purenta- ja approksimaalikontaktit on saatu toimiviksi, kruunu viimeistellään porilla, maalamalla ja kiiltopoltolla kuten etualueen kruunu. (Ivoclar Vivadent 2015, 66–68.) Molaarin maalauksessa fissuuralinjoihin voi laittaa ohuelti ruskeaa väriä värjäytymiä kuvaamaan ja tuomaan syvyysvaikutelmaa, mutta muuten sen maalaus noudattelee samaa kaavaa kuin etualueen kruunuissa (Ivoclar Vivadent 2015, 71).

6 TOTEUTUKSESTA

Opinnäytetyön aihe varmistui vuoden 2017 alkusyksyn aikana opettajien kanssa käytyjen keskustelujen jälkeen. Hammastekniikan opinnoissa opetusvideot koetaan hyödyllisenä lisänä ohjauksen ohella, ja opetusvideoita toivottiin kattavasti eri aiheista. Koimme kruunun kerrostamisen olevan aiheena sopiva ja kehittävä opetusvideon aihe. Metallokeraminen kruunu tarkentui videon aiheeksi, koska se koettiin tarpeeksi erilaiseksi kuin muut samana vuonna valmistuvat opinnäytetyöt.

Aiheen varmistuttua opinnäytetyöryhmä alkoi hahmotella kuvaussuunnitelmaa ja kerronnan käsikirjoitusta sekä aikataulua videon kuvaamiselle. Video haluttiin saada kuvattua ensin aikataulullisista syistä. Video kuvattiin 19.2.–23.2.2018 ja siihen kului noin 60 tuntia valmisteluineen. Kuvausta varten testattiin useita eri kameroita, ja kuvausvälineeksi valikoitui OnePlus 3 -puhelimien kamera kuvanlaadun sekä käytön helppouden perusteella. Puhelimen asemointia varten lainattiin kanssaopiskelijalta pieni eri asentoihin aseteltavissa oleva kolmijalka, ja muutamia kohtauksia varten rakennettiin käsin kuvakulmiin sopivia tukia laboratorioissa saatavilla olleista materiaaleista.

Videota kuvatessa yksi ryhmän jäsenistä valittiin tekemään työ, ettei katsoja häiriintyisi vaihtuvista käsistä. Esimerkkityössä oli useita työvaiheita, joissa suojakäsineiden käyttö oli suositeltavaa, joten päätettiin käyttää suojakäsineitä lähes koko videolla yhtenäisyyden vuoksi. Näin katsoja ei myöskään huomaisi, mikäli tekijää joutuisi vaihtamaan jonkin kohtauksen kuvaamiseksi. Toinen ryhmän jäsenistä toimi videon kuvaamisen aikana kuvaajana ja assistenttina, ja kolmas kirjoitti selostusta sekä ohjetta ja etsi lähteitä. Koko ryhmä keräsi videota varten tarvittavia materiaaleja, tarkasti kohtauksien näyttävän hyvältä ja olevan järkevästi rajattuja sekä pitivät huolta, että kuvaussuunnitelmaa seurattiin ja kaikki saatiin kuvattua.

Videota kuvattiin suurimmaksi osaksi samassa järjestyksessä, kuin metallokeramisen kruunun työvaiheet etenevät. Uusintaottoja varten vaha- sekä metallikruunuja tehtiin taustalla useampi kappale, jottei missään vaiheessa tarvitsisi aloittaa kokonaisia työvaiheita alusta mahdollisten virheiden sattuessa.

Kuvauksia viivästytti tiedostojen siirrossa tapahtunut järjestelmävirhe, jossa osa tiedostoista katosi ja muutamia kohtauksia jouduttiin kuvaamaan uudelleen. Puhelimen nope-

asti täyteen tullut muisti sekä vahingossa tyhjentymään päässeen akun aiheuttama lataustarve aiheuttivat jonkin verran odotusaikaa, joka hyödynnettiin seuraavan kohtauksen valmisteluun sekä raportin pohjustukseen. Tiettyjä työvaiheita jouduttiin kuvaamaan useita kertoja, kun kuvaamisen jälkeen videota tarkastaessa videossa huomattiin häiritseviä yksityiskohtia tai puutteita huolellisista valmisteluista huolimatta. Videota tehdessä opimme, että perusteellisista valmisteluista huolimatta tarvitaan uusintaottoja.

Yksi ryhmän jäsen äänitti selostuksen videolle. Aluksi sitä varten lainattiin Turku Game Labista äänityslaitte, mutta lyhyen lainausajan päätyttyä äänityksessä ilmeni kohtia, jotka olisi pitänyt äänittää uudestaan, ja äänityksestä vastaava jäsen totesi paremmaksi ratkaisuksi äänittää koko selostus uudestaan omalla puhelimellaan. Video oli kuvattu puhelimella, joten puhelin koettiin yhtä järkeväksi vaihtoehdoksi äänittämiseen. Käytetty äänitysohjelma oli puhelimesta valmiiksi löytynyt Samsung Ääninauhuri. Koska äänittämiseen ei ollut käytettävissä äänieristettyä paikkaa, lopullisten äänitteiden ääntenlaaduissa ei juurikaan ollut eroa. Puhelimen nauhoitteen äänenlaadussa oli vähemmän taustakohinaa, koska se ei nauhoittanut niin tarkasti huoneen huminaa. Ääninäytteestä oli mahdotonta saada näissä olosuhteissa täydellistä, mutta se todettiin riittäväksi opetusvideoon. Äänitteen tehnyt ryhmän jäsen editoi sen käyttämällä Audacity-ohjelmaa. Editointiin sisältyi esimerkiksi taukojen lisääminen, äänitteen tempon ja äänenvoimakkuuden muokkaus, epäonnistuneiden kohtien poisleikkaus ja äänitteen leikkaamista eri työvaiheiden mukaan.

Yksi ryhmän jäsenistä hoiti videon editoinnin Corel Videostudio X10 -ohjelmalla. Videon editointi koostui videoiden järjestelystä, leikkaamisesta ja sopivista ajoituksista niin, että lopputulos on looginen ja helppo seurata. Lopuksi videoon lisättiin halutut tehosteet sekä ääninauha. Videota näytettiin valmistusvaiheessa omalle opinnäytetyöryhmälle, kolmannen vuoden hammasteknikko-opiskelijoille sekä alalle kuulumattomille henkilöille, jotta lopputulos olisi mahdollisimman onnistunut ja video täyttäisi tavoitteensa opetusvideona. Kolmannen vuosikurssin opiskelijoiden palautteiden perusteella video oli enimmäkseen onnistunut ja se koettiin hyödylliseksi opetustyökaluksi. Kritiikkiä tuli muutamien kohtaus-ten nopeudesta ja joihinkin kohtiin pyydettiin tekstien avulla selvennystä. Tässä vaiheessa huomattiin metallin käsittelyä koskevassa videossa virheellinen poraussuunta, jota ei voitu enää muuttaa. Videosta valmistui useampi väliversio, joita hiottiin monien korjausvaiheiden kautta. Videon editointiin kului 50–60 tuntia.

Raportin tekeminen aloitettiin videon kuvaamisen jälkeen. Raportin kuvitusta varten otettiin kuvakaappauksia videolta ja yksi ryhmän jäsenistä teki havainnekuvat Adobe Illustrator -ohjelmalla. Raportin kirjoittamista hidasti muun muassa harjoittelun aiheuttama matkustustarve ja kirjoittamisen sijoittuminen lähinnä iltoihin. Opinnäytetyön ensimmäinen suunniteltu esitysaika keväällä 2018 ei toteutunut tämän vuoksi. Työn lopulliseksi esitysjajankohdaksi varmistui marraskuu 2018. Valmis video julkaistiin koulutusohjelman omalle YouTube-kanavalle hammasteknikko-opiskelijoiden käyttöön.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön lähtötavoitteena oli tuottaa opiskelumateriaalia tuleville vuosiluokille. Ennen kaikkea haluttiin tuottaa sellaista materiaalia, jota voitaisiin hyödyntää myös itsenäiseen opiskeluun. Yhtenä olennaisena onnistumisen mittarina voidaan siksi pitää opetusvideon onnistumista.

Opetusmateriaalin tuottaminen itsessään oli ryhmälle opettavaista, ja sai punnitsemaan oppimista uusista näkökulmista hammastekniikan kannalta. Erityisesti hyvän opetusvideon kriteereitä jouduttiin työn aikana miettimään, ja työtä muokkaamaan sen mukaan. Vaikka kaikkea ei saatu toteutettua alkuperäisten suunnitelmien mukaan, tai suunnitelmat osoittautuivat paikoin puutteellisiksi, ryhmä oli tyytyväinen saavutettuun lopputulokseen opetusvideon osalta.

Työskentelyn aikana olennaisimpia ja osin odottamattomia haasteita olivat laitteistojen ja ohjelmistojen toiminta, sekä aikataulutus. Ongelmallisiksi osoittautuivat sellaiset asiat, joita ei oltu osattu ennakkoon harkita, kuten suurien tiedostojen käsittely ja siirto, sekä varmuuskopioinnin ongelmat. Suunnitteluvaiheessa oli keskitytty pitkälti itse työn toteutukseen ja videon käsikirjoitukseen, eikä teknisiä ongelmia oltu osattu tarpeeksi ottaa huomioon. Nämä ongelmat vaikuttivat lopputulokseen lähinnä viivästymisinä ja aikataulumuutoksina, kun jo toteutettuja työvaiheita jouduttiin toistamaan ja harkitsemaan uudelleen. Lisää aikataulullisia haasteita loi ryhmätyöskentely ja ryhmän jäsenten erilaiset aikataulut, sekä ryhmän eri jäsenten tuottaman materiaalin jäsentäminen yhteen.

Haasteista huolimatta saatiin toteutettua editoitu, harkittu ja tarkoitustaan palveleva opetusvideo, joten opinnäytetyötä voidaan siltä osin pitää onnistuneena. Työlle suunnitteluvaiheessa asetetut tavoitteet saatiin täytettyä. Puhelimen hyödyntämisen opetusvideon tekemisessä koettiin alentavan kynnystä ryhtyä opetusvideoprojektiin, joten opetusvideota voisi jatkossakin suositella hammastekniikan opiskelijoiden tehtäväksi. Alla on käsitelty tarkemmin opinnäytetyön toteutusmallia sekä työn eettisyyttä ja luotettavuutta.

7.1 Projektityön ja kehittämistyön erot

Opetusvideota käsitellään tässä viitekehyksessä kehittämistyönä, sillä projektityön voidaan katsoa olevan suoraviivaisemmin pelkkä työ ilman, että se nojaa käsitejärjestelmään. Projektityössä ei yleensä tarvitse viitata laajasti alan kirjallisuuteen, toisin kuin tässä raportissa on tehty. (Salonen, 2013, 12.) Kehittämistyötä tehtäessä materiaalien käyttö on verrattavissa tutkimustyöhön. Kehittämistyö ei kuitenkaan vaadi yhtä syvällisiä perusteluita materiaalien käytölle, kunhan aineisto on esitetty niin, että se tukee sekä tuotosta, että sen arviointia. Analyysitavat tulee esitellä tarpeeksi tarkasti ja luotettavasti käyttäen mediakirjallisuutta. Raportista tulee ilmetä työn kaikki vaiheet kohti lopputulosta. Ulkopuolisen tahon pitää pystyä muodostamaan arvio kokonaisuudesta esittelyn perusteella. (Salonen, 2013, 24.)

Raporttia koostettaessa materiaali rajattiin palvelemaan mahdollisimman hyvin työn tarkoitusta, eikä aihepiiriä laajennettu kattamaan mitään metallokeramian opintojakson ulkopuolista asiaa. Olisi ollut mahdotonta ottaa huomioon kaikkia metalleja, valulaitteita, posliineja ja uuneja, joten katsottiin olevan tarkoituksenmukaista kertoa tarkemmin vain Turun ammattikorkeakoulun käytössä olevista laitteista ja materiaaleista. Lähdeviitteitä käytettiin tukemaan työn etenemisen kuvausta.

7.2 Eettisyys ja luotettavuus

Yleistajuistamiselle oleelliset avainkysymykset ovat mitä, kenelle, kuka ja miksi (Rahtu, 2013, 99). Tieteellisen tekstin tunnuspiirteitä ovat luotettavuus ja tarkistettavuus esimerkiksi viitteiden ja lähteiden muodossa. Tekstin tavoite on raportoida ja tuottaa uutta tietoa. (Rahtu, 2013, 100.) Vanha tieto toimii kaiken pohjana, jolloin lukija voi halutessaan tarkistaa tiedot. Tieteellinen teksti pyrkii objektiivisuuteen. Tästä huolimatta eri tieteenalat vaikuttavat siihen, millainen lopputulos tieteellisessä tekstissä on – esimerkiksi luonnontieteissä ja humanistisilla aloilla tieteellinen objektiivisuus voi käytännössä ilmetä teksteissä hyvin eri tavoin johtuen eri toimintatavoista. (Rahtu, 2013, 101.) Opetusvideo ei ole varsinaista tieteellistä tutkimustyötä, joten sen luotettavuus perustuu lähteisiin ja yleisesti hyväksytyihin toimintatapoihin eikä tieteellisesti osoitettavaan, uuteen tutkimustietoon.

Opinnäytetyötä suunnitellessa ja toteutettaessa käytettiin soveltaen yllä kuvattua hyviä tieteellisen käytännön periaatteita. Erityistä tarkkuutta kiinnitettiin huolellisuuteen ja tarkkuuteen opinnäytetyön jokaisessa vaiheessa, jotta tuotettu aineisto ja materiaali vastaisi mahdollisimman hyvin Turun ammattikorkeakoulun hammastekniikan opiskelijoiden tarpeita ja edistäisi heidän oppimistaan opinnäytetyön aiheen osalta. Opinnäytetyötä tehdessä on noudatettu lähdekritiikkiä kootun aineiston analysoinnissa. Lähdeviitteet ja lähdeluettelo laadittiin Turun ammattikorkeakoulun ohjeiden mukaisesti, mikä lisää luotettavuutta.

LÄHTEET

- Anusavice, K.; Shen, C.; Rawls, R. 2013. Phillips' Science of Dental Materials. 12. Painos. Saunders.
- Bego. 2018. Nautilus T: User manual. BA 85 973 / 01. Viitattu 21.11.2018 http://serviceportal.bego.com/pdf/de_85973_0001_ba_en.pdf
- Bego. 2016a. Wirobond® 280: Instructions for use. REF 14565/09 HdW 6003/03
- Bego. 2016b. Bellavest® SH: Safety instructions. REF 13003/18 HdW 5976
- Bijelic-Donova Jasmina. 2017. Kiinteä protetiikka. Kruunut. Valmistusvaiheet. Pdf-moniste. Yliopisto-opettajan luento 19.5.2017 Turun ammattikorkeakoulussa.
- Brame, C. 2016. Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximising Student Learning from Video Content, CBE—Life Sciences Education. 15:es6, 1–6. Talvi 2016. Nashville: Vanderbilt University.
- Donkor, F. 2011. Assessment of Learner Acceptance and Satisfaction with Video-Based Instructional Materials for Teaching Practical Skills at a Distance. Ghana: Athabasca University.
- Ivoclar Vivadent. 2014. Framework Design for Metal-Ceramic Restorations: Manual. Viitattu 30.11.2018 <https://www.ivoclarvivadent.com/zoolu-website/media/document/570/Metall-Ceramic+Framework+Design+Manual>
- Ivoclar Vivadent. 2015. IPS Style Ceram: Instructions for Use. Viitattu 23.11.2018 www.ivoclarvivadent.com/zoolu-website/media/document/34003/IPS+Style+Ceram
- Hohmann, A. & Hielscher, W. 2016. Principles of Design and Fabrication in Prosthodontics. Hanover Park: Quintessence Publishing Co Inc.
- Johnson, T.; Patrick, D.; Stokes, C.; Wildgoose, D. & Wood, D. 2015. Basics of Dental Technology: A Step by Step Approach. Toinen painos. Hoboken: New Jersey: Wiley Blackwell.
- Nevgi, A. 2013. Yleistajuistaminen pedagogisena osaamisena. Teoksessa U. Strellman; J. Vaattovaara (toim.) Tieteen yleistajuistaminen. Helsinki: Gaudeamus OY
- Rahtu, T. 2013. Tieteellisestä yleistajuiseen kielenkäyttöön. Teoksessa U. Strellman; J. Vaattovaara (toim.) Tieteen yleistajuistaminen. Helsinki: Gaudeamus OY
- Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön: Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle; Turun ammattikorkeakoulun puheenvuoroja 72. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.
- VITA Zahnfabrik 2012. VITA Guide: Step-by-step to metal ceramic framework design. Viitattu 29.11. 2018 https://mam.vita-zahnfabrik.com/portal/ecms_mdb_download.php?id=28966&sprache=en&fallback=de&rechtsraum=&cls_session_id=&neuste_version=1
- Yamamoto, M. 1990. Basic Technique for Metal Ceramics: An Introduction to Ceramic Technique. Tokio: Quintessence Publishing Co Inc.

Yksinkertaistetut ohjeet

Vahavaihe

1. Preparoi malli ja pilari, muista tilantekolakka, eristys, dippi- ja kervikaalivahat
2. Vahaa kruunu täyteen muotoon ja tarkista purenta
3. Ota silikonimuotti kruunusta
4. Tee cutback vaadittavien metallin sekä keraamin paksuuksien mukaan, huomioi purenta (purenta metalliin tai keraamiin, ei rajalle)
5. Kiinnitä kruunuun valukanava sekä ohut vahapidike
6. Punnitse vaharakenne ja laske tarvittavan metallin määrä
7. Kiinnitä vaharakenne valukartioon

Valuvalmistelut

1. Eistä vaharakenne pintajännitteen alentajalla
2. Vuoraa valusylinteri valunauhalla ja kiinnitä kartionmuodostajaan
3. Mittaa valumassan neste ja tislattu vesi valmistajan ohjeiden mukaan
4. Sekoita nesteseos ja valumassajauhe valmistajan ohjeiden mukaan
5. Kaada valmis valumassa sylinteriin ohuena nauhana täryn päällä, varmista että kruunu täyttyy massalla
6. Anna valumassan kovettua valmistajan ohjeiden mukaan, poista kartionmuodostaja ja tasoita sylinterin pohja kuivassa tahkossa
7. Laita sylinteri esilämmitettyyn uuniin (900 °C) pihdeillä ja pidä uunissa tarvittava aika (30–60 minuuttia riippuen sylinterien koosta ja määrästä, 10 minuuttia lisäaikaa/jokainen lisäsylinteri)

Metallivalu

1. Aseta valulaitteeseen sylinterin kokoa vastaava alusta ja laita oikeat deegelit paikoilleen
2. Valitse käytettävä valuohjelma ja seuraa valulaitteen ohjeita
3. Keskeytä esikuumennus kun sula metalli alkaa muodostua pallomaiseksi ja siirrä sylinteri uunista pihdeillä valulaitteeseen
4. Käynnistä metallin kuumennus uudestaan

5. Kun sulan metallin pinta halkeaa, aloita valun viiveen laskenta ja suorita sitten valu
6. Poista sylinteri pihdeillä valulaitteesta ja anna jäähtyä rauhassa

Sylinterin purkaminen

1. Siirrä jäähtynyt sylinteri veteen ja anna kostua kauttaaltaan
2. Työnnä valumassasisus sylinteristä ulos ja pura sitä kipsisaksilla, kunnes valunappi paljastuu
3. Pidä valunapista kipsisaksilla kiinni ja lyö siihen vasaralla, että saat metallirakenteen esille
4. Hiekkapuhalla loput valumassajäänteet pois

Metallin työstäminen

1. Katkaise valukanava laikalla ja tasoita kanavan tynkä poralla
2. Sovita kruunu pilarille ja poraa tarvittaessa kruunun sisältä, kunnes se istuu kunnolla pilarille
3. Siisti kruunun pinta poraten yhdensuuntaisin liikkein
4. Kiillota kruunun pinta kauttaaltaan kumeilla
5. (Jos purenta jää metalliin, tarkista purenta)
6. (Jos kervikaalialue tehdään kerrostamalla, poraa kruunun reunaa lyhyemmäksi)
7. Hiekkapuhalla ne osat, joihin kerrostetaan keraamia
8. Höyrypese kruunu

Cutback-kerrostus

1. Levitä ohut opaakkikerros -> 1. opaakkipoltto
2. Levitä peittävä opaakkikerros -> 2. opaakkipoltto
3. Jos tehdään kervikaalialue kerrostamalla:
 - a. Levitä margin-massaa kervikaalialueelle pisaranmuodossa (sivuprofiili) -> 1. margin-poltto
 - b. Tarvittaessa lisää massaa -> 2. margin-poltto
4. Koko alueen kerrostus:
 - a. Jos puuttuu pituutta kärjestä, levitä deep dentin-massaa koko kruunulle ohuelti ja tee sillä kärkeen pituutta

- b. Kerrosta dentiinimassaa koko hampaalle ja muotoile kärkeen mameloneit, tee liioitellut muodot polttokutistuman vuoksi
 - c. (Jos haluat erikoisefektejä, voit käyttää efektimassoja valmistajan ohjeen mukaan, esim. transpa-massaa approksimaalialueille)
 - d. Kerrosta koko kruunulle ja kärkeen inkisaalimassaa, paksummin kärkeen ja kervikaalisesti ohentuen
 - e. Kerrosta kruunun palatinaali-/linguaalipuoli samalla periaatteella kuin labiaalipinta
 - f. Tasoita pinta -> 1. dentiini/inkisaalipoltto
5. Täytä mahdolliset puutosalueet -> 2. dentiini/inkisaalipoltto
 6. Muotoile ja karakterisoi timanttikorilla

Maalivärit ja kiiltopoltto

1. Kostuta kruunun pinta kevyesti värien sekoitusnesteellä
2. Levitä dentiinisävyä ohuelti kervikaalikolmannekselle, inkisaalisävyä ohuelti kärkeen ja tee hienovaraisesti mahdolliset karakterisoinnit (esim. harjanteille cremesävyä, halkeamat, kalkkilaikut) ->maaliväripoltto
3. Glaze-materiaalia koko kruunulle, ei liian paksusti eikä niin että se valuu -> kiiltopoltto

Viimeistely

1. Katkaise kruunun metallipidike ja tasoita sekä kiillota sen alue
2. Hiekkapuhalla kruunu sisäpuolelta varoen kruunun ulkopuolta
3. Kiillota metalli huippukiiltoon
4. Tarkista kontaktit ja purenta
5. Höyrypese kruunu tai puhdistu ultraäänipesurilla

Kuvaussuunnitelma

1. kipsimallin ositus (pikaisesti)
2. pilarin preparointi (pikaisesti)
 - a. hiontaraja (väriiviiva)
3. mallin valmistelu vahausta varten
 - a. kipsinkovettaja
 - b. tilantekolakka
 - c. eristys
4. vahaamisen vaiheet
 - a. dippaus
 - b. kervikaalivaha
 - c. vahaan hammas täyteen mittaan (muista liikkeet)
 - d. lopuksi siistitään hiontaraja kervikaalivahalla
 - e. otetaan putty
 - f. raaputetaan keraamille tila
 - g. näytetään tilan mittaaminen
 - h. kruunun punnitseminen
5. Massaan laitton vaiheet
 - a. 3mm valukanavan kiinnitys (valukanavasäiliö) + pidike
 - b. valunauha sylinteriin
 - c. massan laitto + odotusaika mainintana
6. Valamisen vaiheet
 - a. sylinteri uuniin (esilämmitys)
 - b. pikaisesti valu-uunin valmistelu (deegelit yms.)
 - c. valaminen (väh. 10g metallia valun huolimatta minimipainosta)
 - d. purkaminen (vasaralla nappiin lyöminen vinkkinä, hiekkapuhallus)
7. Kruunun rungon valmistelu
 - a. irrotetaan valukanava
 - b. sovitetaan ja siistitään metalli
 - c. kiillotetaan metallin näkyvät osat
 - d. hiekkapuhalletaan + höyrypestään ei-näkyvät osat
8. Kerrostaminen
 - a. opaakki (2-3 kertaa)
 - b. kerrostaminen (muotoon, dentiini + kärkiväri) [putty]
 - c. korjailu + kärkiväri 2. poltossa [putty]
 - d. maali + glaze
 - e. loppukiillotus käsin