



**TURUN  
YLIOPISTO**

# CAD-CAM-täytteet ja niiden kliiniset työvaiheet

Syventävien opintojen kirjallinen osa

Joonas Bakti ja Elmo Joswig

Turun Yliopisto

Lääketieteellinen tiedekunta

Hammaslääketieteen laitos

Syyslukukausi 2024

Tutkielman oppiala: protetiikka ja  
purentafysiologia

Ohjaaja: Anna-Maria Le Bell-  
Rönnlöf

Arvioija: Timo Närhi

Laajuus: 20 opintopistettä

# Sisällysluettelo

## 1. Johdanto

## 2. Epäsuorat CAD-CAM-täytteet ja niiden indikaatiot

### 2.1 Epäsuorien täytteiden materiaalivaihtoehdot

## 3. Hampaan preparointi epäsuoraa täytettä varten

## 4. Epäsuoran CAD-CAM-täytteen digitaalinen työnkulku

### 4.1 Optinen jäljennös

### 4.2 Digitaalinen suunnittelu

### 4.3 Täytteen valmistus

### 4.4 Täytteen sovitus ja sementointi

### 4.5 Täytteen viimeistely

## 5. Pohdinta

## Tiivistelmä

Syventävien opintojemme työ koostuu oppimateriaalin tuottamisesta kiinteän protetiikan kurssin opiskelijoiden käyttöön. Työ sisältää kaksi osaa, opetusvideon sekä kirjallisen tutkielman. Videomateriaali käsittelee epäsuoran täytteen sementoinnin eri vaiheet.

Kirjallinen osuus keskittyy epäsuoriin CAD-CAM-täytteisiin ja niiden kliinisiin työvaiheisiin. Kirjallisessa tutkielmassa käydään läpi CAD-CAM täytteiden indikaatiot sekä hampaan preparoinnin vaatimukset. Digitaalisesta työnkulusta käydään asiat vaihe vaiheelta läpi, aina optisesta jäljentämisestä täytteen viimeistelyyn.

## 1. Johdanto

Syventävän työmme tarkoituksena on tuottaa oppimateriaalia videon muodossa epäsuoran täyteen sementoinnista hammaslääketieteen opiskelijoiden käyttöön protetiikan oppiaineen kiinteän protetiikan kurssille ja kliiniseen hoitoharjoitteluun. Videon yhteyteen olemme koonneet kirjallisen tutkielman, joka keskittyy epäsuoriin CAD-CAM-täytteisiin ja niiden kliinisiin työvaiheisiin. Kirjallisen tutkielman tarkoituksena on saada lukija ymmärtämään, miten vaihe vaiheelta laaja hammaskudospuutos korjataan epäsuoralla tekniikalla käyttäen apuna digitaalista hoitopolkua.

## 2. Epäsuorat CAD/CAM-täytteet ja niiden indikaatiot

CAD/CAM-täytteet (computer aided design / computer aided manufacturing) ovat nimensä mukaisesti tietokoneavusteisesti valmistettuja täytteitä. Ne voidaan valmistaa joko hammaslaboratoriossa tai vaihtoehtoisesti suoraan vastaanotolla digitaalisen suunnitteluohjelman ja jyrsintärobotin avulla. CAD/CAM-tekniikalla voidaan valmistaa täytteitä pienistä epäsuorista inlay-täytteistä, purupinnan kattaviin Onlay-täytteisiin, aina kokonasiin vaippakruunuihin ja jopa pieniin siltoihin. Epäsuora täyte ja vaippakruunu eroaa muun muassa niiden kiinnitysmenetelmän perusteella. Epäsuoran täyteen kiinnitys perustuu ensisijaisesti liimaus- eli adhesiivitekniikkaan, joka varmistetaan materiaalien ja hammaskudoksen oikeanlaisilla käsittelyillä ja erilaisilla muovipohjaisilla sementeillä. Tämä on mahdollista vain, jos koronaalista kudosta on riittävästi jäljellä. Erityisesti jäljellä oleva kiille kudos, johon adhesiivinen liimaaminen onnistuu hyvin, on tärkeä hyvän adhesiivisen kiinnityksen aikaansaamiseksi. Vaippakruunun kiinnittyminen perustuu puolestaan suurelta osin mekaaniseen retentioon, joka varmistetaan pilarin hiontavaiheessa. Tässä tutkielmassa käsittelemme pääasiassa epäsuoria CAD/CAM-täytteitä.

Useiden vuosikymmenten ajan laajoissa takahampaiden kudospuutoksissa on käytetty amalgaamia. Se on ollut edullinen ja pääosin pitkäikäinen paikkamateriaali. Sen käyttö on ollut jo pitkään kiellettyä monissa maissa. Suomessa Sosiaali- ja terveysministeriö on julkistanut jo vuonna 2009, että sen käytöstä pyritään luopumaan vuoteen 2030 mennessä. Suurimpina syinä ovat elohopean aiheuttamat ympäristövaikutukset ja epäilykset sen terveysvaikutuksista, joista ei kuitenkaan ole

selvää tieteellistä näyttöä<sup>1</sup>. Kun amalgaami ei ole ollut enää saatavilla, suoran tekniikan vaihtoehdoksi ovat jääneet yhdistelmämuovipaikat. Laajoissa takahammasalueen kudospuutoksissa muovitäytteiden ennuste on kuitenkin kyseenalainen. Esimerkiksi useissa tutkimuksissa muovitäytteiden selviytymisprosentin (survival rate) vaihteluväli on 65-93%<sup>2</sup>. Laajan muovipaikan valmistaminen suoralla tekniikalla takahammasalueella kosteuskontrollissa on haasteellista. Lisäksi suoran tekniikan muovipaikkojen kovettumiskutistuma voi aiheuttaa ongelmia, kuten saumavuotoa, joka ajan myötä voi johtaa sekundaarikariekseen<sup>3</sup>. Laajojen muovipaikkojen okklusaalinen kuluminen voi myös aiheuttaa ongelmia purennassa<sup>2</sup>. Adhesiivisen sidoksen, kontaktin anatomisen muodon ja riittävän kovettumisasteen saavuttamisessa voi myös usein olla haasteita. Kaikkiin näihin aikaisemmin mainittuihin asioihin pyritään vaikuttamaan valmistamalla täyte epäsuoralla tekniikalla suun ulkopuolella. Epäsuoran täytteen ensisijainen indikaatio on siis laaja koronaaliosan kudospuutos. Kuten aikaisemmin jo mainitsimme, koronaalista kudosta (ja erityisesti kiillettä) on oltava kuitenkin riittävästi mahdollistamaan hyvä adhesiivitekniikka.

CAD/CAM-täytteiden kasvava suosio perustuu ajan säästämiseen ja potilasystävällisyyteen<sup>4</sup>. Perinteisellä tekniikalla valmistettu epäsuora täyte vaatii useita potilaskäyntejä ja mallien lähettämistä hammaslaboratorioon. Potilaskäyntien väliin pitää myös jättää aikaa, jotta laboratorio ehtii tehdä työnsä rauhassa. Kipsimallien säilytystä varten tarvitaan myös tilaa. Tähän haluttiin muutos jo noin 40 vuotta sitten. 1980-luvun puolivälissä Mormann ja Brandestini päättivät digitaalisesti jäljentää poraamaansa kaviteetin ja siirtää tämän informaation jyrshintälaitteelle, joka porasi keraamisesta blokista kaviteettia vastaavan täytteen<sup>4</sup>. Näin Cerec CAD/CAM-jyrshintälaitteisto sai alkunsa.

Digitaalisen hoitopolun käyttö epäsuoria täytteitä valmistettaessa vaatii, että jäljennettävä kaviteetti saadaan 3D-muotoon. Preparoitu hammas jäljennetään intraoraaliskannerilla, ja se saadaan tietokoneelle käsittelyohjelmaan. Intraoraaliskannerit ovat kehittyneet huomattavasti viimeisen vuosikymmenen aikana, ja uusissa tutkimuksissa niitä on pidetty yhtä tarkkoina kuin perinteisiä polyvinyylisiloksaanijäljennöksiä<sup>5</sup>. Tämä koskee nimenomaan yksittäisen hampaan kaviteettia. Laajempia alueita skannattaessa käsittelyohjelmassa pitää yhdistellä useita kuvia, ja tämä lisää epätarkkuutta. Myös liikkuvan kudoksen jäljentäminen tuo omat haasteensa. Nämä haasteet liittyvät kuitenkin laajempiin proteettisiin kuntoutuksiin, eivätkä yksittäisiin epäsuoriin täytteisiin. Hammaslääkärin tieto ja taito vaikuttavat myös paljon CAD/CAM-jäljentämisen tarkkuuteen ja täytteiden istuvuuteen ja onnistumiseen<sup>6</sup>.

## 2.1 Epäsuorien täytteiden materiaalivaihtoehdot

Nykyään epäsuorat täytteet (inlay/onlay) ovat lähes poikkeuksetta lasikeraameja, joita on lujitettu eri tavoin. Yleisimpiä näistä ovat leusiittilujitteinen maasälpäposliini (esim. IPS Empress) ja litiumdisilikaattilujitteinen maasälpäposliini (esim. IPS e.max). Erytyisesti litiumdisilikaattitäytteiden (IPS e.max) etuina ovat niiden hyvä liimattavuus, kestävyys ja esteettisyys. Näiden valmistaminen onnistuu CAD-CAM tekniikalla.

CAD-CAM-tekniikalla voidaan valmistaa myös oksidikeraameja. Esimerkki tällaisesta materiaalista on zirkonia (ZrO<sub>2</sub>). Toisin kuin lasikeraameilla, zirkoniolla rakenne on erittäin luja. Sitä ei kuitenkaan pystytä etsaamaan samalla tavalla kuin lasikeraameja, eli niiden kiinnitys perustuu pääosin mekaaniseen retentioon. Tämän vuoksi ne soveltuvat paremmin kruunuihin kuin epäsuoriin täytteisiin.

Epäsuoria täytteitä tehdään CAD-CAM-tekniikalla yleisesti myös yhdistelmämuovista. Näitä ovat niin sanotut CAD/CAM-komposiitit (esim. Cerasmart, GC) .<sup>2</sup>

CAD-CAM-tekniikkaa voidaan käyttää myös valmistettaessa täytteitä muovikeraami-hybridimateriaaleista (Vitaenamic, Lava Ultimate, Vita Zahnfabrich, 3M Espe). Nämä hybridimateriaalit ovat uudehko innovaatio ja niiden määrä kasvaa koko ajan. Näiden täytteiden tavoitteena on karsia yhdistelmämuovin ja keraamin huonoja ominaisuuksia ja yhdistää niiden parhaat ominaisuudet. Hybridimateriaaleilla etuina ovat erinomainen työstettävyys ja dentiiniä vastaava taivutuslujuus. Niitä pystytään korjaamaan yhdistelmämuovilla helpommin kuin lasikeraameja<sup>7</sup>. Niiden kulumiskestävyys on lasikeraameja heikompi, mutta toisaalta ne myös kuluttavat vastapurijaa vähemmän<sup>8</sup>.

Muovikeraami-hybridimateriaalit voidaan jaotella kahteen ryhmään (engl.); resin nanoceramics (RNCs) ja polymer infiltrated ceramic network (PICN). RNC:t koostuvat nanometrin kokoisista keraamisista fillereistä, jotka ovat joko silikaatteja (SiO<sub>2</sub>) tai zirkoniaa (ZrO<sub>2</sub>). Ne on dispergoitu polymeerimatriksiin. Esimerkkejä tällaisista hybridimateriaaleista ovat Paradigm MZ100 (3M Espe) ja Lava Ultimate (3M Espe). Vita Enamic (Vita Zahnfabrik) on puolestaan PICN-hybridimateriaali, jossa on kaksoisverkkorakenne, joka muodostuu keramiarakenteesta (86 p-%) ja sitä vahvistavasta polymeerirakenteesta (14 p-%). Sen mekaanisten ominaisuuksien on kuvailtu olevan hyvin lähellä ihmisen kiillettä ja dentiiniä<sup>8</sup>.

### 3. Hampaan preparointi epäsuoraa täytettä varten

Tärkein asia epäsuoria täytteitä preparoitaessa on kudossäästö. Kaviteetin preparoinnilla ja muodolla on kuitenkin suuri merkitys sen kestävyydelle. Preparointi riippuu kaviteetin koosta ja vaikuttaa siten lopulliseen täytteeseen. Kaviteetin koko vaikuttaa lähinnä siinä, tuleeko kyseeseen inlay-täyte vai kuspit kattava onlay. Preparoinnin peruskulmakivet ovat<sup>9</sup>:

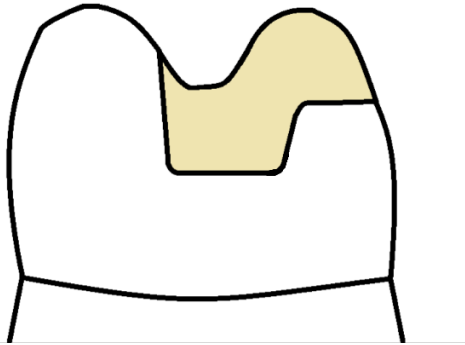
- hammaskudoksen säästäminen (minimal invasive dentistry)
- retentio
- vahvuus
- tarkkuus

Nämä neljä käsitettä tulevat paremmin esille kruunu- ja siltatöissä, sillä niin kuin aiemmin on todettu, näiden pysyvyys perustuu suurelta osin mekaaniseen retentioon, joka saadaan aikaan hiotulla pilarilla ja sen pinta-alalla. Kuitenkin esimerkiksi hammaskudoksen säilyttäminen ja sen seurauksena jäljelle jäävän hampaan vahvuus vaikuttavat myös epäsuorissa täytteissä. Tämä vaikuttaa esimerkiksi juuri siihen, kannattaako kuspi(t) katkaista. Tässä osiossa keskitytään nimenomaan kuspit kattavan onlay-täytteen preparoinnin vaatimuksiin.

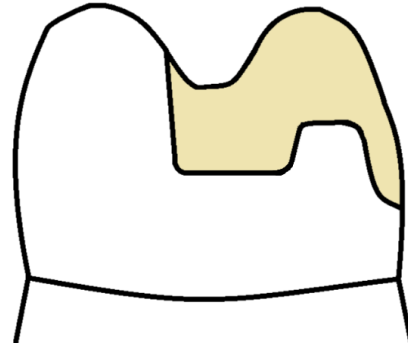
Hoito aloitetaan tekemällä huolellinen hoitosuunnitelma. Potilaan toiveet pitää myös ottaa huomioon ja ymmärtää, ovatko ne realistisia. Ennen hoidon aloittamista otetaan tarvittavat röntgenkuvat. Yleensä otetaan sekä Bitewing- että periapikaalikuva, joista selviävät hampaan kruunuosan, juuren sekä ympäröivän luun kunto ja tilanne. Vastapurijan ja naapurihampaiden täytteiden kunto pitää tarkistaa sekä tehdä tarvittavat korjaukset ennen hoidon aloittamista. Esimerkiksi ylipuhjennut vastapurija muotoillaan hiomalla<sup>2</sup>. Myös tulevan epäsuoran täytteen värinmääritys on hyvä tehdä jo tässä kohtaa. Työskentelyalueen eristys ja hyvä näkyvyys pitävät varmistaa ennen toimenpidettä. Epäsuorat täytteet tulevat usein vanhojen suorien täytteiden tilalle, joten vanhat täytteet poistetaan ensin huolellisesti hammaskudosta säästään. Amalgaami poistetaan kovametalliporalla ja yhdistelmämuovi fissuuratimantilla. Kun kaikki vanha materiaali on poistettu, tarkastellaan kaviteettia. Tässä kohtaa on hyvä arvioida seuraavat tekijät:

- mahdolliset allemenot
- Seinämien ja kusprien vahvuus sekä kusprien katkaisun tarve
  - korkeus suhteessa paksuuteen/leveyteen
  - mahdolliset fraktuuralinjat
- täytteen retentio

Onlay täyte tulee silloin kyseeseen, kun kuspi(t) ovat liian heikkoja toimiakseen purennassa. Jos huolellisen arvioinnin jälkeen todetaan, että kuspi(t) täytyy katkaista, onlay-täytteelle jää kaksi päävaihtoehtoa<sup>9</sup>: Kuspין katkaisu ja kuspין päälle ulottuva täyte (kuva 1) tai kuspין katkaisu yhdistettynä kuspין yli kaartuvaan täytteeseen (kuva 2).



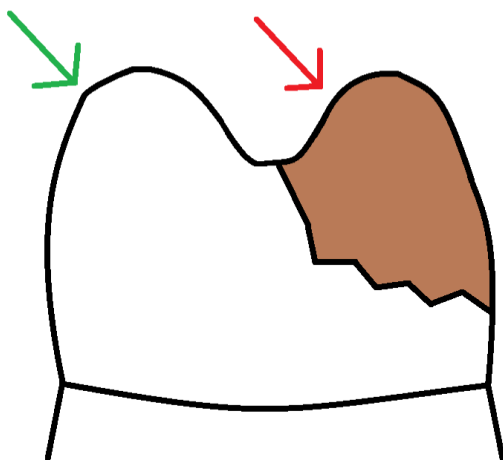
Kuva 1. Katkaistu, täytteen kattama kuspi.



Kuva 2. Katkaisun lisäksi hionta ja täyte kuspין yli.

Pelkästään kuspi katkaisemalla valmistetun täytteen pysyvyys perustuu käytännössä pelkästään liimaus- eli adhesiivitekniikkaan. Tämä preparointi (kuva 1) estää hyvin rajallisesti horisontaalisia irrottavia voimia. Sen sijaan kuspין yli ulottuvan onlay-täytteen (kuva 2) pysyvyys perustuu adhesiiviliitoksen lisäksi mekaaniseen retentioon, mutta tässä tapauksessa menetetään enemmän hammaskudosta.

Kliinikon on myös tärkeä ymmärtää, mitkä kuspit olisi hyvä katkaista. Kompression alainen kuspi on usein turvassa, mutta tensiopuolen kuspi on usein vaarassa murtua. Purentakontaktit pitää tarkistaa paperilla huolellisesti.



Kuva 3.

Kompression aiheuttava voima (vihreä nuoli) ja tension aiheuttava voima (punainen nuoli)



Näiden tekijöiden lisäksi preparointiin vaikuttavat täytteen vaatima tila, adhesiivitekniikan riittävyys, eli jäljellä olevan kudoksen (erityisesti kiilteen) määrä ja kunto, sekä esteettisyysvaatimukset (taka-alueilla ei keskeisin vaatimus).<sup>10</sup>

Onlay-preparoinnin tekemiseen ei ole yhtä oikeaa tapaa, koska jokainen potilas on erilainen ja hampaan kudospuutos ohjaa preparointia. Potilaasta riippumatta Onlay-preparoinneissa säilyvät tietyt perussäännöt<sup>9</sup>:

- kudossäästö
- kuspın katkaisu tarvittaessa (yksi tai useampi)
- Riittävän tilan jättäminen naapurihampaaseen ja vastapuriin (yleensä 1,0–1,5mm)
- sisäreunojen pyöristäminen
- allemenojen eliminointi
- selkeä kaviteetin muoto
- preparointi supragingivaalisesti

Onlay-preparointi tehdään punaisella kulmakappaleella, jossa on korkea kierrosnopeus (200.000 rpm) ja hyvä vääntömomentti. Nämä johtavat tasaiseen hiontajälkeen. On suositeltavaa käyttää Onlay-hionta timantteja, joissa on pieni kallistusaste (koonisuus). Tämä auttaa seinämien oikean kallistuskulman ja ulospäin aukevan kaviteetin saavuttamisessa. Sisäkulmat pyöristetään useimmiten pallotimantilla. Joskus kuitenkin voidaan tarvita kapeampia poranteriä approksimaalilaatikoiden muotoilussa. Onlay-hiontaan voidaan käyttää valmiita onlay-hiontasettejä.

#### 4. Epäsuoran CAD-CAM täytteen digitaalinen työnkulku

Kun kaviteetin preparointi on valmis, seuraavana vuorossa on sen jäljentäminen. Tähän klinikko tarvitsee intraoraaliskannerin (IOS). Jos vastaanotolla on tarvittava laitteisto täytteen jrsintään, voidaan täyte valmistaa paikan päällä. Tähän tarvitaan digitaalinen suunnitteluohjelma ja jrsintälaite. Muussa tapauksessa skannattu data lähetetään hammaslaboratorioon, jossa täyte suunnitellaan ja valmistetaan CAD-CAM tekniikalla.

## 4.1 Optinen jäljentäminen

Kun preparointi on valmis, on vuorossa kaviteetin optinen jäljentäminen. Ennen kuin kaviteettia aletaan jäljentämään, on hyvä tarkistaa, että kaviteetti on kuiva ja siisti. Jos preparoinnin hiontaraja kulkee marginaalisesti lähellä ienrajaa, voidaan tarvita ienlankoja ja verta hyydyttäviä nesteitä (esim. Viscostat, Ultradent). Poskilevyillä voidaan saada apua syljenerityksen hallitsemiseksi jäljennöksen ajaksi.

Intraoraaliskannetta liikutellaan suussa niin, että koko preparoitu hammas saadaan skannattua. Viereisten hampaiden kontaktit pitää skannata ja samoin vastapurijan ja vierushampaiden okklusaalipinnat. Vaikka yhteen hampaaseen tehdään onlay-täyte, kannattaa tarkkuuden parantamiseksi skannata molemmista leuoista kolmesta neljään hammasta. Näytöltä seurataan, että kaikki pinnat näkyvät hyvin. Kun preparoitu hammas, naapurihampaat ja vastapurijahampaat on skannattu, skannataan vielä purenta. Purentataso rekisteröidään sillä tavalla, että potilas pitää hampaat yhteen purtuna ja molempien leukojen bukkaalipinnat jäljennetään, jolloin ohjelma yhdistää leuat ja purentataso rekisteröityy.

Optisissa jäljennösmenetelmissä on tarjolla kaksi vaihtoehtoa. Fotoskannauksessa skannataan useita yksittäisiä, päällekkäisiä ja limittyviä kuvia. Kuvat nivotaan yhteen suunnitteluohjelmassa. Näissä intraoraaliskannereissa on vain yksi näköakseli ja dataa tallennetaan vain suoraan tältä näköakselilta. Tämä on melko hidas menetelmä ja kuvia tarvitaan todella paljon tarkkuuden maksimoimiseksi. Videoskannauksessa, jota esimerkiksi Cerec-laitteisto (Dentsply Sirona) käyttää, kamera puolestaan tallentaa jopa 20 kuvaa sekunnissa ja 2400 kuvaa/hammaskaari. Skannaus on huomattavasti tehokkaampaa ja tarkempaa ja kaviteetin pinnanmuodot jäljentyvät paremmin. Suunnitteluohjelma tuottaa näytölle reaaliajassa virtuaalimallin.<sup>2</sup>

## 4.2 Digitaalinen suunnittelu

Optisen jäljentämisen valmistuttua, on vuorossa täytteen digitaalinen suunnittelu. Ennen sitä, preparoidun kaviteetin suojaksi asetetaan väliaikainen täyte (esim. Clip) varsinkin, jos pysyvä onlay-täyte ei valmistu samalla käynnillä. Tämä suojaa kaviteettia ja estää vihlontaoireita. Väliaikainen täyte ei saa sisältää eugenolia (esim. IRM), koska se heikentää pysyvän sidoksen vahvuutta<sup>11</sup>.

Nykyään, varsinkin onlay-täytteissä, suunnitteluohjelma tarjoaa valmista täytettä. Ne ovat usein alustavasti hyviä, mutta vaativat pientä muokkaamista. Mesiaali- ja distaalireunoja halutaan usein muokata, samoin kontaktikohtia viereisiin hampaisiin. Okklusiokontaktien vahvuudet näytetään suunnitteluohjelmissa usein eri väreillä,

joissa punainen usein kuvaa, että täyte korottaa. Näin suunnittelija pystyy katsomaan optimaaliset kontaktikohdat, ja varsinkin sen, että ne eivät tule täytteen ja hammaskudoksen saumakohtaan keraamien frakturoitumisriskin vuoksi.

### 4.3 Täytteen valmistus

Kun suunnittelu eli CAD-osuus (Computer-aided-design) on valmis, tulee vuoroon täytteen valmistus, eli CAM-vaihe (Computer-aided-manufacturing). Jos valmistus tehdään suoraan vastaanotolla, klinikko hyväksyy ja tallentaa suunnitelman, jonka jälkeen ohjelma lähettää tiedot jyrsintärobotille, joka valmistaa täytteen.

Laboratoriossa protokolla on samanlainen. Erona on usein, että laboratoriojyrsimet ovat kalliimpia mutta nopeampia. Kun laboratoriojyrsintä on valmis, täyte lähetetään vastaanotolle.

### 4.4 Täytteen sovitus ja sementointi

Epäsuoran täytteen valmistuttua on vuorossa sen sovitus. Tämä on mahdollista tehdä Onlay-hionnan kanssa saman päivän aikana, jos hammaslääkäri itse on suunnitellut ja jyrsinyt täytteen vastaanotolla. Useimmiten kuitenkin hiotulle hampaalle on laitettu väliaikainen täyte ja hoito jatkuu seuraavalla käynnillä. Tässä tapauksessa aloitetaan poistamalla väliaikainen täyte käsi-instrumentilla ja puhdistamalla kaviteetti hohkakivitahnalla. Potilaalle on tärkeää laittaa kofferdam jo täytteen sovitusvaiheessa, ettei täyte joudu nieluun. Täytteen sovitus sujuu helpommin, jos käyttää ns. "tahmatikkua" (valmis tai harjatikusta sidosaineen avulla itse valmistettu) joka kiinnitetään täytteeseen. Sovituksessa tarkistetaan sisäänsovitussuunta, täytteen istuvuus, varsinkin saumakohdissa ja approksimaalisesti sondilla, sekä approksimaalikontaktit. Purentaa ei voida tässä vaiheessa vielä kontrolloida (ainoastaan silmämääräisesti reunaharjujen korkeuden tarkastus) lasikeramian haurauden takia, vaan se tehdään vasta sementoinnin jälkeen, jolloin materiaali on kestävämpi.

Kliinikon ollessa tyytyväinen täytteen istuvuuteen, seuraavana on vuorossa sementointi. Täytteen materiaali vaikuttaa sen sidostamiseen ja sementin valintaan. Lasikeramia sementoidaan lähes aina kaksoiskovetteisella (engl. dual-cure = DC) muovisementillä (engl. resin cement). Sekä perinteisiä kaksoiskovetteisia muovisementtejä, että uudempia itsekiinnittyviä kaksoiskovetteisiä muovisementtejä

voidaan käyttää. Tärkeintä on tutustua ja seurata muovisementin valmistajan ohjetta, joka löytyy tuotepakkauksesta. Epäsuoran täytteen sementoinnissa on aina kaksi pintaa, jotka pitää käsitellä; 1) kaviteetin pinta ja 2) epäsuoran täytteen sisäpinta. Preparoituun hampaaseen tehdään aina etsaus ortofosforihapolla jossa kiille etsataan selektiivisesti. Sen jälkeen tehdään kaviteetin sidostus ja valokovetus ohjeiden mukaan.

Lujitetuissa lasikeraameissa on piioksidia  $\text{SiO}_2$ , joka liukenee fluorivetyhappoon (HF). Näin ollen pinta saadaan huokoiseksi, jolloin sidostuvuus yhdistelmämuovisementtiin paranee. Etsatun lasikeraamin pinnan käsittely silaanilla parantaa sidosmuovin kiinnittymistä pinnan huokosiin. Silaani muodostaa kovalentin sidoksen muovisementtien OH-ryhmien väliin.

Lasikeraamisen epäsuoran täytteen sementoinnin vaiheet ovat<sup>2</sup>:

1. täytteen HF-etsaus (aika riippuu lasikeraamista), huuhtelu ja kuivaus
2. täytteen silanointi (1 min) ja liuottimen haihdutus
3. kaviteetin etsaus, sidostus ja tarvittaessa valokovetus
4. kaksoiskovetteisen muovisementin applikointi täytteen sisäpinnalle
5. täytteen asemointi paikalleen
6. suurimpien muovisementtiylimäärien poistaminen karverilla ja hammaslangalla
7. happisulkugeelin applikointi sauma-alueille
8. valokovetus 3 x 40 sekuntia eri suunnista
9. sementtiylimäärien poisto käsi-instrumenteilla ja timanteilla
10. okklusion tarkistus ja mahdollinen hionta, sekä kiillotus

PICN-hybridimateriaalien sidostus ja sementointi tapahtuvat samalla tavalla kuin lasikeraamien (kts. kappale 2.1). HF-etsaus paljastaa materiaalin resiiniverkoston ja poistaa valikoivasti osan keraamimatriksista. Tämän jälkeen silaani reagoi OH-ryhmien kanssa kuten lasikeraameissa. RNC-hybridimateriaaleissa on zirkoniaa ( $\text{ZrO}_2$ ) ja piioksidia ( $\text{SiO}_2$ ) yhteensä 80 m-%, jotka ovat dispergoitu resiinimatriksiin (20 m-%). Tämän takia materiaali hiekkapuhalletaan 27  $\mu\text{m}$  alumiinioksidihiuksilla 2 bar:in paineessa. Hiekkapuhallus lisää pinnan karheutta, mikä puolestaan antaa paremman mikromekaanisen retention kaksoiskovetteiseen muovisementtiin.<sup>12</sup>

## 4.5 Täytteen viimeistely

Kun täyte on sementoitu, on vuorossa sen viimeistely. Sementtiylimäärät poistetaan saumakohdista käsi-instrumentein, sekä kulmakappaleilla (sininen ja punainen) ja timanttiterillä. Sementointikäynnillä poistetaan vain karkeimmat ylimäärät koska kaksoiskovetteisen muovisementin halutaan antaa kovettua loppuun, eikä rasittaa tulevaa sementtisaumaa liikaa vielä tässä vaiheessa. Lopullinen viimeistely tehdään kontrollikäynnillä. Sementointikäynnillä on tärkeä tarkistaa myös purenta. Punaisella purentafoliolla tarkistetaan sivuliikkeet ja protruusio ja mustalla paperilla ICP-asema. Jos kontaktit ovat liian voimakkaat tai sivuliikeinterferenssejä näkyy, niitä hiotaan ja kevennetään. Tärkeää on, ettei purentakontakteja jätetä saumakohtaan. Purentaan hionnan jälkeen karheudet lasikeraamitäytteen pinnassa on tärkeä kiillottaa hyvin, koska pienet urat pinnassa voivat ajan myötä aiheuttaa murtumia täytteeseen. Kiillotus tapahtuu kumikupeilla karheammasta sileämpään. Kiillotuksen viimeistely tehdään timanttipastalla ilman vesijäähdytystä. Lopullinen kiillotus tehdään kontrollikäynnillä.

## 5. Pohdinta

CAD-CAM-teknologia on mullistanut perinteisiä hoitomenetelmiä. Epäsuorat täytteet, jotka valmistetaan digitaalisen työnkulun avulla, yksinkertaistavat hoidon kulkua. Materiaalivaihtoehtojen moninaisuus mahdollistaa yksilöllisten ratkaisujen löytämisen erilaisille potilasryhmille ja hammasvaurioille.

Hampaan preparoinnin huolellinen suunnittelu ja toteutus ovat keskeisiä täytteen onnistumisessa. Digitaalinen suunnittelu antaa klinikolle uusia mahdollisuuksia, kun täytteen valmistus voidaan toteuttaa ilman laboratoriota.

Tulevaisuudessa voimme odottaa CAD-CAM-teknologian kehittyvän entisestään. Jatkuva koulutus ja teknologian seuraaminen ovat välttämättömiä, jotta hammaslääkärit voivat hyödyntää CAD-CAM-järjestelmien kaikkia etuja.

## Lähteet

1. Forss H, Widström E. From amalgam to composite: selection of restorative materials and restoration longevity in Finland. *Acta Odontol Scand* 2001 Apr;59(2):57-62. doi: 10.1080/000163501750157090.

### 2. Luentodiat:

- Kiinteän protetiikan kurssi 2023:
  - o Epäsuorat täytteet osakruunut ja laminaatit. Hampaiden preparointi epäsuoria täytteitä varten – 8.2.2023 Timo Närhi
  - o Sementit ja sementointi kiinteässä protetiikassa – 16.3.2023 Anna-Maria Le Bell-Rönnlöf
  - o Jäljentäminen ja purennan määrittäminen kiinteässä protetiikassa – 13.3.2023 Sini Riivari
- Biomateriaalikirjat 2022 ja 2023:
  - o Purupintamateriaalien kuluminen (occlusal wear) - 23.11.2023 Pekka Vallittu
  - o Keraamit – 19.9.2022 Lippo Lassila

3. Hampaan paikkaushoito. Käypä hoito –suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2023 (viitattu 4.10.2024). Saatavilla Internetissä: [www.käypähoito.fi](http://www.käypähoito.fi).

4. Nathanson D, Riis DN, Cataldo GL, Ashayeri N. CAD-CAM ceramic inlays and onlays: using an indirect technique. *J Am Dent Assoc.* 1994 Apr;125(4):421-7. doi: 10.14219/jada.archive.1994.0052. PMID: 8176077.

5. Watanabe H, Fellows C, An H. Digital Technologies for Restorative Dentistry. *Dent Clin North Am.* 2022 Oct;66(4):567-590. doi: 10.1016/j.cden.2022.05.006. Epub 2022 Sep 11. PMID: 36216447.

6. Revilla-León M, Kois DE, Kois JC. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans. Part 1: Operator factors. *J Esthet Restor Dent.* 2023

7. Alsaeed AY. Bonding CAD/CAM materials with current adhesive systems: An overview. *Saudi Dent J.* 2022 May;34(4):259-269. doi: 10.1016/j.sdentj.2022.03.005. Epub 2022 Apr 9. PMID: 35692241; PMCID: PMC9177874.

8. Laborie M, Naveau A, Menard A. CAD-CAM resin-ceramic material wear: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2024 May;131(5):812-818. doi: 10.1016/j.prosdent.2022.01.027. Epub 2022 Apr 19. PMID: 35459543.
9. Nilner K, Karlsson S, Dahl B L. *A Textbook of Fixed Prosthodontics: The Scandinavian Approach.* Second [updated] edition., Gothia fortbildning, 2013.
10. Milleding P. *Preparations for Fixed Prosthodontics.* Percy Milleding and Munksgaard, Copenhagen 2012.
11. Garcia, Isadora & Leitune, Vicente & Ibrahim, Maria & Melo, Mary & Faus-Matoses, Vicente & Sauro, Salvatore & Collares, Fabrício. (2020). Determining the Effects of Eugenol on the Bond Strength of Resin-Based Restorative Materials to Dentin: A Meta-Analysis of the Literature. *Applied Sciences.* 10. 1070. 10.3390/app10031070.
12. Alsaeed AY. Bonding CAD/CAM materials with current adhesive systems: An overview. *Saudi Dent J.* 2022 May;34(4):259-269. doi: 10.1016/j.sdentj.2022.03.005. Epub 2022 Apr 9. PMID: 35692241; PMCID: PMC9177874.