

Anna Mäkelä

# YKSITTÄISEN RUUVIKIINNITTEISEN IMPLANTTIKRUUNUN VALMISTUS

Syventävien opintojen kirjallinen osuus

Turun yliopisto

Lääketieteellinen tiedekunta

Hammaslääketieteen laitos

Oppiaine: Protetiikka

Päivämäärä: 17.05.2023

Ohjaajat:

HLT, Evahl Jasmina Bijelic-Donova

Prof. Timo Närhi

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin

OriginalityCheck -järjestelmällä.

## **Tiivistelmä**

Opinnäytetyön tavoitteena on opastaa hammaslääketieteen opiskelijoita yksittäisen ruuvikiinnitteisen implanttikruunun suunnittelussa ja valmistuksessa. Kirjallisen työn lisäksi opiskelumateriaali sisältää kolme kliinisiä opetusvideoita yksittäisen ruuvikiinnitteisen implanttikruunun valmistamisesta vastaanotolla. Videoiden yhteispituus on n. 25 min. Videomateriaalin kuvaamisen ja editoinnin päävastuu oli minulla, mutta materiaalin tuottamiseen osallistuivat lisäksi EvaHL Jasmina Bijelic-Donova sekä opetushoitaja Tytti Syrjäkari. Videoissa käsitellään ruuvikiinnitteisen implanttikruunun proteettisen hoidon toteutuksen vaiheita tarkkuusjäljennöksen ottamisesta valmiin kruunun asentamiseen ja sen kontrollointiin.

Kirjallisen opinnäytetyön läpikäynnin myötä opiskelijan tulisi tietää sementtikiinnitteisten ja ruuvikiinnitteisten implanttikruunujen väliset periaatteelliset erot ja potilaalle sopivan rakenteen valintakriteerit. Lisäksi opiskelijan tulisi osata ruuvikiinnitteisen implanttikruunun valmistuksen vaiheet hammaslääkärin näkökulmasta.

**Avainsanat:** implantti, abutmenti, ruuvikiinnitteinen implanttikruunu

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Yleistä hammasimplantista</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Implanttikiinnitteisen kruunun indikaatiot ja kontraindikaatiot</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Implanttisuunnittelu</b>	<b>7</b>
1.3.1 Potilaan kliininen tutkimus	8
1.3.2 Rtg- ja KKTT-kuvantaminen	10
1.3.3 Diagnostinen vahaus	11
1.3.4 3D -implanttisuunnittelu	11
<b>1.4. Jatkeen valinta</b>	<b>12</b>
1.4.1 Väliaikainen jatke	13
1.4.2 Tehdasvalmisteinen jatke	14
1.4.3 Yksilöllinen jatke	14
1.4.4 Ti-base jatke	14
<b>1.5 Kruunun valinta</b>	<b>14</b>
1.5.1 Ruuvikiinnitteinen kruunu	16
1.5.2 Sementoitava kruunu	16
1.5.3 CAD/CAM valmisteinen kruunu	17
<b>1.6 Jäljentäminen</b>	<b>18</b>
1.6.1 Analoginen jäljennös	18
1.6.2 Digitaalinen jäljennös	19
<b>1.7 Kruunun sovitus ja asennus</b>	<b>19</b>
<b>1.8 Implanttikiinnitteisen kruunun komplikaatiot ja selviytyminen</b>	<b>21</b>
1.8.1 Tekniset komplikaatiot	21
1.8.2 Biologiset komplikaatiot	22
<b>2 OPINTOMATERIAALIN TAVOITTEET</b>	<b>22</b>
<b>3 OPINTOMATERIAALIN TOTEUTUS</b>	<b>23</b>
<b>4 POHDINTA</b>	<b>24</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>26</b>

## 1 Johdanto

Hammaspuutoksen diagnostiikkaan ja hoitosuunnitelman laatimiseen tarvitaan useita eri alojen osaajia, kuten proteetikkoa, suu- ja leukakirurgia, radiologia, hammasteknikkoa sekä mahdollisesti parodontologia ja ortodonttia. Implanttahoito alkaa suunnitteluvaiheella, jossa suunnitellaan tarvittavat implantointia valmistelevat toimenpiteet sekä itse kirurginen ja proteettinen hoito, jonka jälkeen siirrytään suunnitelman toteutukseen. Kaikki potilaan hoidossa käytettävät rakenteet kirjataan potilasasiakirjoihin, jotta tiedot ovat myöhemmin helposti löydettävissä. Asiakirjoihin kirjataan mm. laitevalmistajan implanti ja käytetyt okklusaaliruuvit. Proteettisen hoidon toteutuksen jälkeen hoito etenee implanttirakenteen seurantaan ja ylläpitohoitoon (Bijelic-Donova 2022).

Implanttihoidon prosessi yksinkertaistettuna vaiheet 1-8 (Bijelic-Donova 2022):

1. Suunnittelukäynti proteetikolla
  - potilaan kliininen tutkimus ja alginaattijäljennökset
  - peri-implantiitin riskinarvio (IDRA-työkalu)
  
2. Suunnittelukäynti suu- ja leukakirurgin vastaanotolla
  - kliininen tutkimus
  - augmentaatiotarpeen arvio
  - lähete implantoitavan alueen KKTT-kuvantamistutkimukseen
  
3. Proteetikon ja suu- ja leukakirurgin yhteissuunnittelu malleja ja kuvantamisia hyödyntäen
  - hoitovaihtoehtojen läpikäynti ja lopullisen hoitovaihtoehdon valinta
  - diagnostinen vahaus ja skannaus 3D -implanttisuunnittelua varten (ns. SMOP)
  - väliaikaisen rakenteen pohdinta
  - tulevan proteettisen rakenteen pohdinta
  
4. 3D tietokoneavusteinen implanttisuunnittelu
  - implantin ja proteettisen rakenteen suunnittelu
  - poraohjaimen suunnittelu implanttikirurgiaa varten

- valitun implanttimerkin porien ja implantin tilaus
5. Poraohjaimen sovitus
- yksilöllisen poraohjaimen sovitus ennen implanttikirurgiaa
6. Implantin asennus
- suu- ja leukakirurgi asentaa halutun implantin yksilöllisen poraohjaimen avulla
  - suu- ja leukakirurgi päättää paranemisajan pituuden tapauskohtaisesti 0-6 kk
7. Proteettisen rakenteen valmistus
- proteetikko tilaa asennettuun implantaattiin sopivat proteettiset osat
  - varataan potilaalle proteettisen rakenteen valmistamiseen vaadittavat potilasajat
  - proteettisen rakenteen tilaus hammaslaboratoriosta
  - proteettisen rakenteen sovitus ja asennus
  - valmiin proteettisen rakenteen kontrollit
8. Ylläpitohoito
- yksilöllinen ylläpitohoitoväli 3-12 kk

Tässä opinnäytetyössä syvennyttään implanttiprosessin vaiheisiin 1, 3 ja 7.

### **1.1 Yleistä hammasimplantista**

Hammasimplantti koostuu luuhun asennettavasta implantista eli fikstuurasta, jatkeesta eli abutmentista ja proteettisesta suprarakenteesta, kuten kruunusta. Implantin asentamisen jälkeen se kiinnittyy leukaluuhun osseointegraatiolla.

Implantit voidaan asentaa yksi- tai kaksivaiheisesti. Yksivaiheiset implantit (kudostasoimplantit) vaativat asentamiseen yhden kirurgisen leikkauksen. Yksivaiheisessa leikkauksessa paranemisjatke asetetaan implantaattiin heti implantin asentamisen jälkeen. Paranemisjatke läpäisee luu- ja limakalvot, joten paljastusleikkausta ei tarvita. Kaksivaiheisen leikkauksen yhteydessä asetetaan ensin peittoruuvi ja myöhemmin suoritetaan paljastusleikkaus (luutasoimplantit). Kaksivaiheinen prosessi vaatii siis toisen leikkauksen,

jonka yhteydessä asetetaan paranemisjatke implantin peittoruuvien tilalle (Pihakari 2004). Paranemisjatkeen avulla muokataan ientä implantin ympärillä proteettiselle rakenteelle sopivaksi.

Implanttien halkaisijat ja pituudet vaihtelevat eri laitevalmistajilla. Yleisimmät implantit ovat halkaisijaltaan n. 3–5 mm ja n. 6–20 mm pitkiä. Implantit voivat olla luutason tai kudostason implantteja. Luutason implantin reuna jää lähelle luurajaa. Kudostason implantissa on korkeampi limakalvon läpäisevä osa, ns. “olkapää”, jolloin ien implantin ympärillä vaatii vähemmän muokkaamista väliaikaisilla rakenteilla ennen lopullisen proteettisen rakenteen valmistamista.

Yleensä implantin asentamisen jälkeen sen annetaan luutua useita kuukausia, alaleuassa vähintään 3 kk ja yläleuassa 6 kk ennen implantin suprarakenteen valmistamista. Paranemisajan jälkeen implantin osseointegraatio arvioidaan ennen sen kuormittamista. Implantti on luutunut, kun siinä ei ole liikkuvuutta, se on oireeton ja radiologisesti todetaan implantin välitön liitos luurakenteeseen. Joissain tapauksissa kuormitus voidaan aloittaa jo pian implantoinnin jälkeen, mutta implantin vaatimasta paranemisajasta päättää suu- ja leukakirurgi aina tapauskohtaisesti (Berglundh ym. 2021).

## **1.2 Implanttikiinnitteisen kruunun indikaatiot ja kontraindikaatiot**

Implanteilla voidaan hoitaa hammaspuutoksia kiinteän proteettisen rakenteen avulla. Proteettista hoitomenetelmää valittaessa tulisi aina tavoitella mahdollisimman atraumaattista hoitomuotoa. Yksittäisen implanttikruunun valmistus on indikoitua tilanteissa, joissa puutosaukon vierushampaat ovat intaktit tai eivät muuten sovellu siltaproteesin tukihampaiksi sekä silloin, kun halutaan pidentää lyhentynyttä vapaapäätteistä hammaskaarta kiinteällä rakenteella irtoproteesin sijasta. Yksittäisten hammaspuutosten syitä ovat esimerkiksi hammastraumat, hammasperäiset infektiot sekä juurihoidettujen hampaiden fraktuurat.

Implantteja voidaan asentaa vain potilaalle, jolla on hoidettu parodontium ja suun perushoito on valmis. Yksittäisen hampaan puutoksen korvaaminen implanttihoidolla edellyttää, että potilaalla on hyväkuntoinen hampaisto, terve suu, tasapainoinen purenta sekä riittävästi luu- ja pehmytkudosta implantoitavalla alueella ja hoidolle ei ole kontraindikaatioita. Potilaan soveltuvuuden implanttahoitoon arvioi proteetikko yhdessä suu- ja leukakirurgin kanssa.

Implanttihoitoa ei tule aloittaa potilaalle, jolla on kontraindikaatio implanttihoidolle eli implantin pitkäaikaisennustetta heikentävä tai peri-implantiittiriskiä lisäävä tekijä. Potilaalla on pääsääntöisesti oltava hyvä yleisterveys. Implanttihoidon komplikaatioiden ehkäisemiseksi on selvitettävä potilaan riski sydän- ja verisuonitapahtumille, vuotoriski, infektioriski sekä riski saada allerginen reaktio. Implanttileikkauksesta tai sitä seuraavasta muusta hoidosta ei saa olla potilaalle vakavaa yleisterveydellistä vaaraa. Tarvittaessa potilaan hoitavaa lääkäriä on konsultoitava toimenpiteen ja hoidon aiheuttamista riskistä yleisterveydelle (Berglundh ym. 2021).

Implanttihoidon vasta-aiheet eli kontraindikaatiot voidaan jaotella yleisiin ja paikallisiin riskitekijöihin. Yleisiä riskitekijöitä ovat tupakointi sekä eräät sairaudet, lääkitykset ja hoidot. Tällaisia sairauksia ovat mm. labiili diabetes, tuore sydäninfarkti, sydämen keinoläppä, vaikea munuaissairaus, osteoporoosi, vakava psyykinen sairaus sekä lääkkeiden tai alkoholin väärinkäyttö. Esimerkkejä implanttihoidolle vasta-aiheisista lääkkeistä ja hoitomuodoista ovat leukojen alueelle annettu sädehoito, tuore sydänleikkaus, glukokortikoidit, solunsalpaajat, biologiset lääkkeet, protonipumpun estäjät sekä selektiiviset serotoniinin takaisinoton estäjät (Berglundh ym. 2021, Bijelic-Donova 2022, Therapia Odontologica 2022).

Mikäli potilaalla on diabetes, hoito voidaan toteuttaa, jos verensokeriarvot ovat hoitotasapainossa. Potilaalle ei tule aloittaa implanttihoitoa niin kauan, kuin pitkäaikaissokeriarvot ovat labiilit. Huonossa hoitotasapainossa oleva diabetes lisää riskiä haavakomplikaatioille ja infektioille (Berglundh ym. 2021). Potilas ohjataan tarvittaessa hakeutumaan hoitavan lääkärin vastaanotolle diabeteksen hoitotasapainon parantamiseksi.

Tupakoiville potilaille ei tulisi aloittaa implanttihoitoa, sillä tupakointi heikentää merkittävästi implantin pitkäaikaisennustetta (Berglundh ym. 2021). Tupakointi heikentää haavan paranemista ja osseointegraatiota sekä lisää peri-implantiittiriskiä. Tupakoivaa potilasta motivoidaan ja ohjataan tupakoinnin lopettamiseen. Ennen implanttihoidon aloitusta potilaan on oltava tupakoimatta vähintään 12 kk:n ajan (Bijelic-Donova 2022).

Paikallisia riskitekijöitä ovat anatomiset riskitekijät, biofilmi, puutteellinen omahoito, karies sekä aktiivinen parodontiitti. Potilaalla ei saa olla yli 5 mm:n ientaskuja ja vuotoindeksin (BOP) ja plakki-indeksin (VIP) tulee olla alle 20% ennen implanttihoitoa (Berglundh ym. 2022, Bijelic-Donova 2022). Lisäksi implanttihoito on vasta-aiheinen, mikäli potilas ei sitoudu säännölliseen ylläpitohoitoon. Implanttipotilaalle tulisi tehdä IDRA status (*implant*

*disease risk assessment*) jo implanttihoidon suunnitteluvaiheessa (Heitz-Mayfield 2020). Lomake löytyy osoitteesta <https://www.perio-tools.com/idra/en/>.

Aktiivinen parodontiitti lisää merkittävästi peri-implantiittiriskiä. Aktiivista parodontiittia sairastavalle potilaalle järjestetään uusi parodontologinen hoito sekä omahoidon ohjaus, jonka jälkeen on mahdollista tehdä uusi arvio proteettisista hoitomahdollisuuksista ja implanttihoidon sopivuudesta. Peri-implantiittiriskin arviointiin voidaan tässäkin vaiheessa hyödyntää em. IDRA työkalua (Berglundh ym. 2021, Bijelic-Donova 2022, Heitz-Mayfield 2020).

Anatomisia riskitekijöitä ovat implantoitavan alueen luun vähäisyys (kovakudospuutos), luun heikko laatu sekä liian laaja pehmytkudospuutos. Jäännösharjanteen kokoa ja pehmytkudoksia voidaan arvioida potilaan kliinisessä tutkimuksessa. Jotta implantille olisi riittävästi tilaa, tulisi jäännösharjanteen olla vähintään 7 mm leveä horisontaalisesti ja 7 mm korkea vertikaalisesti (Berglundh ym. 2021). Luisten rakenteiden tarkempaan arvioimiseen tarvitaan kuvantamismenetelmiä (kartiokeilatutkimus), joilla voidaan arvioida mm. poskiontelon pohjan kulkua.

Potilaan korkea ikä ei ole itsessään vasta-aihe implanttihoidolle, mutta potilaan tulee selviytyä proteettisen rakenteen pitkäaikaishoidosta. Alkava dementia on syy suunnitella proteettinen rakenne, joka on tarvittaessa myöhemmin poistettavissa tai muutettavissa. Sen sijaan implanttahoito on kontraindisoitu nuorilla potilailta, joiden kasvu on vielä kesken, sillä implantti pysäyttää leukaluun kasvun implantin ympäriltä. Alle 20 -vuotiaille asetetut implantit lisäävät riskiä purennan kehittymisestä intraokklusiiviseksi (Berglundh ym. 2021).

### **1.3 Implanttisuunnittelu**

Mikäli potilaalle ollaan tekemässä hampaan poistoa, on tehtävä myös alustava proteettinen suunnitelma hampaan korvaamisesta ja hoidon aikatauluttamisesta. Luuharjannetta voidaan pyrkiä säilyttämään jo hampaan poiston yhteydessä ns. *socket ja/tai ridge preservation* - tekniikalla tai poiston jälkeen tehtävillä luuta lisäävillä kirurgisilla tukitoimenpiteillä. Hampaan poiston jälkeen implantointi olisi ihanteellista tehdä 6 kk kuluttua, jolloin puutosaukko on ehtinyt luutumaan ja luukato ei ole ehtinyt edetä estetiikan kannalta liian pitkälle.



Perushoidon jälkeen potilaalle tehdään proteettisen hoidontarpeen arvio, jossa tulisi olla käytettävissä tuore panoraamaröntgenkuva potilaasta. Hoidontarpeen arviossa kirjataan anamnestisten tietojen lisäksi hampaan menetyksen syy sekä ajankohta.

Potilaalle tehdään kliininen tutkimus sekä kartoitetaan potilaan toiveita ja odotuksia hoidon suhteen. Hammaslääkärin tehtävä on kertoa eri hoitovaihtoehdoista ja niiden kustannusarvioista, eri hoitovaihtoehtojen realistisista mahdollisuuksista sekä arvioida potilaan sopivuutta implanttahoitoprosessiin. Implanttahoitoprosessia ei tule aloittaa, mikäli potilaalla on keskustelusta huolimatta epärealistiset odotukset tai potilas ei kykene sitoutumaan implanttirakenteen ylläpitohoitoon.

Implanttihoidolle on olemassa yleisiä ja paikallisia riskitekijöitä. Potilaan peri-implanttiittiriskin arvioinnissa voidaan hyödyntää IDRA -työkalua. Mikäli potilaan riskitekijöihin on mahdollista vaikuttaa, tulee niihin puuttua ennen implanttihoidon aloitusta (ks. luku 1.2). Muutoin tulee pohtia implanttihoidon sijaan muuta proteettista hoitoa, joka olisi potilaalle mahdollista toteuttaa.

Mikäli potilas todetaan proteettisen hoidontarpeen arviossa alustavasti sopivaksi implanttahoitoa varten, voidaan ottaa alginaattijäljennökset sekä tilata yksilölliset lusikat ja diagnostinen koevahausta implantoitavalta alueelta hoidon suunnittelua varten. Lopullinen hoitosuunnitelma tarkennetaan vasta KKTT-kuvantamistutkimusten jälkeen.

Hoidon suunnittelussa on huomioitava myös hammaspuutoksen väliaikaistaminen tarvittaessa. Implanttiprosessi voi kestää useita kuukausia, jolloin potilas voi tarvita väliaikaista proteettista ratkaisua hampaan poiston jälkeen ja/tai implanttileikkauksen jälkeisen paranemisajan aikana. Väliaikainen rakenne voi olla esimerkiksi pintakiinnitteinen silta etualueella, irrotettava osaproteesi, irrotettava kalvo proteesihampaalla (ns. prässikisko) tai implantoinnin jälkeen asennettava väliaikainen implanttikruunu. Väliaikainen proteettinen rakenne on suunniteltava huolella, sillä se ei saa aiheuttaa kuormitusta implantoitavalle alueelle tai implantille, eikä se saa häiritä alueen paranemista (Berghlundh ym. 2021).

### 1.3.1 Potilaan kliininen tutkimus

Potilaan kliinisessä tutkimuksessa tehdään ekstraoraali-, intraoraali- sekä implantoitavan alueen tutkimus. Kliinisen tutkimuksen yhteydessä selvitetään potilaan paikalliset riskitekijät

(ks. luku 1.2) ja tarvittaessa puututaan niihin. Implanttihoito voi olla myöhemminkin mahdollista, kun paikalliset riskitekijät on eliminoitu. Implanttihoito edellyttää riittävää luu- ja pehmytkudosta, stabiilia purentaa ja tervettä parodontiumia.

Ekstraoraalisesti selvitetään mm. leukojen väliset suhteet sekä erityisesti esteettisen etualueen implantointia suunniteltaessa hymylinja, huulituki ja harmonia. Purennallisiin parafunktioihin on puututtava, erityisesti jos potilaalla on dysfunktio-oireita. Esimerkiksi bruksismi lisää riskiä proteettisen rakenteen teknisille komplikaatioille, kuten keramian murtumiselle. Leukanivelongelmat tai rajoittunut suun avaus voivat olla este implanttihoidon toteutukselle, sillä hoidossa käytettävät instrumentit vaativat huomattavan tilan vertikaalisesti, erityisesti implantoitaessa takahammasaluetta (Terapia Odontologica 2022).

Intraoraalisesti selvitetään jäännöshampaiston kunto, parodontium, purenta, alveoliharjanteiden muoto, limakalvojen ja pehmytkudosten kunto sekä ienrajan kulku ja ikenen biotyypit. Vastapurioiden elongoitumiset sekä viereisten hampaiden vaellukset ja kallistumat voivat vaatia preproteettista hiontaa tai ortodontista hampaiden siirtoa ennen implanttihoidon aloitusta. Implantoitavalta alueelta tutkitaan puutosaukon koko ja vertikaalinen tila purennassa, hampaiden muoto ja koko, alveoliharjanteen muoto ja koko, kiinnittyneen gingivan määrä alveoliharjanteella sekä jänne- ja lihasveto (Bijelic-Donova 2022).

Implantin vaatima etäisyys naapurihampaasta tai toisesta implantista on vähintään 2 mm (Berglundh ym. 2021). Implanttikruunun vaatima vertikaalinen minimikorkeus on 4 mm (Wittneben ym. 2017). Molaarialueella optimaalinen proteettiselle kruunulle jäävä vertikaalinen korkeus on n. 7 mm (Närhi 2022). Kun vertikaalinen korkeus purennassa on matala, n. 5 mm, voidaan molaarialueen puutosaukko korvata useammalla kapealla implantilla ja tehdä esimerkiksi kaksi premolaaria. Implanttien mitat ja niiden vaatima tila vaihtelevat implanttimerkistä ja mallista riippuen, joten tiedot tulee aina varmistaa laitevalmistajan ohjeista.

Etuhammasalueella suositaan esteettisyyden vuoksi neliömäistä implanttikruunua. Laaja kontaktialue helpottaa implanttikruunun tekoa ja papillasta saadaan esteettisempi, kun hampaiden approssimaalikontakti on alle 5 mm alveoliharjanteesta. Mikäli vierushammas on kolmion mallinen, saadaan esteettisesti harmoninen lopputulos muokkaamalla vierushammasta neliömäisemmäksi esimerkiksi laminaatilla tai kruunulla. (Närhi 2022.)

Pehmytkudosten määrä ja laatu vaikuttaa implanttihoidon esteettiseen lopputulokseen. Harmoninen ienraja kulkee muun hampaiston kanssa samalla tasolla. Ikenen tulee olla labiaalisesti riittävä paksu, jotta implanti ei jää näkyviin. Ohut ikenen biotyyppe lisää riskiä implanttirakenteen kuultamiselle ikenen läpi. Hammaspuutosalueilla ienpapilloissa esiintyy usein vetäytymistä luukudoksen puutoksen myötä, mikä altistaa interdentaalivälien rakojen syntymiselle. Suun pehmyt- ja kovakudoksia on mahdollista muokata kirurgisesti parhaimman toiminnallisen ja esteettisen lopputuloksen saamiseksi.

Preproteettisen hoidon jälkeen potilaalle voidaan tehdä yksityiskohtainen implanttisuunnittelu, jota varten tarvitaan KKTT-kuvantamistutkimus ja diagnostinen vahaus.

### 1.3.2 Rtg- ja KKTT-kuvantaminen

Implanttihoidon suunnittelussa tarvitaan radiologisia kuvantamistutkimuksia, joilla saadaan selville leukojen ja hampaiston kokonaistila sekä implantoitavan alueen edellytykset hoidolle. Proteettisen hoidontarpeen arviossa voidaan potilaan tuoreesta panoraatomografiasta arvioida karkeasti potilaan paikallisia ja anatomisia riskitekijöitä, kuten periapikaalisia ja muita patologisia muutoksia sekä marginaalisen luureunan kulkua ja luun määrää vertikaalisesti.

Alustavan proteettisen hoitosuunnitelman jälkeen potilaalle voidaan varata Kartiokeila tietokonetomografia (KKTT) -kuvantamistutkimus implantoitavalta alueelta, josta selvitetään, onko luutukea implantoinnille riittävästi. KKTT-kuvantamisella saadaan tarkkaa ja luotettavaa arviota anatomisten rakenteiden sijainnista, kuten *foramen mentale*, *nervus mandibulariksen*, *foramen lingualen* ja *canalis incisivumin* sijainnista, poski- ja nenäonteloiden pohjan kulusta, alveoliharjanteen koosta ja muodosta sekä viereisten hampaiden kunnosta ja juurten sijainnista. KKTT-tutkimuksen perusteella arvioidaan kovakudoksen lisäämisen tarvetta (ns. augmentaatio) sekä sitä, onko luusiirteitä tai sinusliftiä mahdollista toteuttaa halutulle paikalle (Nilner ym. 2013). Kirurgisia tukitoimenpiteitä voidaan tehdä erillisessä leikkauksessa ennen implantoitileikkausta tai implantoinnin yhteydessä tapauskohtaisesti. Mikäli potilaalle tehdään kovakudosmuokkausta ennen implantoitintia, on suositeltavaa tehdä alueelta KKTT-tutkimus 6 kk paranemisajan jälkeen 3D-implanttisuunnittelua varten (Berglundh ym. 2021).

Implantoinnin jälkeisiä kuvantamistutkimuksia käytetään arvioimaan implantoinnin onnistumista, osseointegraatiota, implantiin kiinnitettyjen rakenteiden istuvuutta ja valmiin työn onnistumista sekä peri-implantiittia. Ensisijaisena kuvantamismenetelmänä implantin kontrolloissa ja peri-implantiittia epäiltäessä käytetään periapikaalikuvaa paralleelitekniikalla, jolloin pienellä säteilyannoksella saadaan vertailukelpoisia kuvia (Kuusisto 2022). Kuvasta arvioituna implanttirakenteen osat tulisi istua toisiinsa ilman rakoja ja proteettinen rakenne on helposti puhdistettavan näköinen. Lisäksi terveessä tilanteessa marginaalisen luureunan tulisi olla implantin kierteisen osan yläpuolella tarkkarajaisena sekä luurakenne implantin ympärillä säännöllinen.

Jos potilaalla on useita implantteja, voidaan panoraamatomografiasta arvioida implanttien yleiskuvaa ja tarvittaessa ottaa lisäksi intraoraaalisia tarkennuskuvia. KKTT-kuvantamistutkimus ei ole ensisijainen menetelmä, mutta sitä voidaan käyttää muiden kuvantamismenetelmien tukena komplisoituneissa ja haastavissa tapauksissa, kun halutaan arvioida implanttia ympäröivää luuta ja anatomisten rakenteiden sijaintia tarkemmin eri leikesuunnista. KKTT-kuvantamisessa implanttien aiheuttamat metalliartefaktat haittaavat kuvien tarkkaa tulkintaa implantin välittömässä läheisyydessä, eikä KKTT siksi ole sopiva menetelmä alkuvaiheen peri-implantiitin diagnosoimiseen (Berglundh ym. 2021).

### 1.3.3 Diagnostinen vahaus

Kipsimalleilta voidaan tarkastella potilaan purentasuhdetta sekä anatomisia olosuhteita. Malleilta voidaan arvioida alveoliharjanteen paksuutta ja allemenoja sekä puutosaukon kokoa. Potilaasta otettujen alkumallien päälle tilataan laboratorion diagnosti vahaus, joka on vahasta valmistettu korvattavaksi tarkoitettujen hampaiden malli. Diagnostisen vahauksen perusteella saadaan käsitys tulevan kruunurakenteen muodosta ja sen vaatimasta tilasta purennassa (Nilner ym. 2013). Diagnostista vahausta hyödynnetään 3D -suunnittelussa implantin asemoimiseksi optimaalisesti proteettisen rakenteen näkökulmasta. 3D -suunnittelua varten diagnostisesti vahatut kipsimallit skannataan.

### 1.3.4 3D -implanttisuunnittelu

3D -suunnittelussa potilaalle tehdään yksilöllinen implanttisuunnittelu datan perusteella, joka saadaan potilaan KKTT-kuvista ja skannatusta diagnostisesta vahauksesta. Myös potilaan

intraoraaliskannauksen kuvadataa on mahdollista hyödyntää suunnittelussa. Annetun datan perusteella voidaan tehdä kolmiulotteinen virtuaalinen suunnitelma implantin optimaalisesta koosta, paikasta ja asennosta suhteessa anatomisiin rakenteisiin, luuvolyymiin ja muotoon sekä tulevaan kruunurakenteeseen. Suunnittelussa otetaan huomioon vertikaali-, transversaali- ja sagittaalitasossa implantoitavan alueen pehmytkudoksen määrä, leukaluun määrä, anatomisten rakenteiden sijainti sekä vastapurijat. Implantin paikkaa määriteltäessä tulisi ensisijaisesti tavoitella proteettisesti optimaalista implantin asettelua ja vasta sen jälkeen varmistaa riittävä luun määrä (Berglundh ym. 2021).

Implanttirakennetta suunniteltaessa tulee huomioida proteettiset kriteerit, joita ovat jatkeen ja kruunun malli, materiaali ja retentiomenetelmä. Lisäksi tulee huomioida marginaalisen ienrajan kulku ja vertikaalinen tila. Proteettisen kruunurakenteen on täytettävä halutut materiaalipaksuudet ja kyettävä välittämään purentavoimat implantaattiin aksiaalisesti. Suunnitellulle proteettiselle rakenteelle valitaan sopivin implantin malli, pituus ja halkaisija (Berglundh ym. 2021).

Implanttien malli, halkaisijat ja pituudet vaihtelevat eri laitevalmistajilla. Implantoitavan alueen alveoliharjanteen leveys tulisi olla bukko-oraali suunnassa vähintään 5 mm. Implantin koon vaatiman tilan lisäksi sen ympärille tulisi jättää luuta n. 1,5 mm. (Kuusisto 2022.)

Implantti ja kruunu pyritään suunnittelemaan toiminnallisuuden ja estetiikan kannalta optimaalisimpaan kohtaan ja asentoon. Joskus implantti joudutaan asettamaan anatomisten olosuhteiden vuoksi vinoon esimerkiksi yläinkisiivien kohdalla palatinaalisesti kallistettuna, jolloin implantin asentoa on mahdollista kompensoida tapauskohtaisesti käyttämällä kulmaan taivutettua jatketta ja/tai sementtikiinnitteistä kruunua.

Lopuksi arvioidaan, onko suunniteltu implanttirakenne kokonaisuudessaan sopiva ja kestävä potilaan purentaolosuhteisiin. Kun suunnitelma on valmis, valmistetaan leikkausta varten CAD-CAM poraohjain (ns. implanttiohjuri), jolla pyritään saamaan implantti täsmälleen suunniteltuun paikkaan.

#### **1.4. Jatkeen valinta**

Implanttijatkeet eli abutmentit kiinnitetään implantaattiin kiinnitysruuvilla ja jatkeen päälle sementoidaan itse kruunu. Jatke välittää purentavoimat kruunulta implantaattiin ja se voi olla

muodoltaan suora tai taivutettu. Taivutetun jatkeen kulma vertikaalitasoon nähden voi olla implanttimenetelmästä riippuen 15–20 astetta (Therapia Odontologica 2022).

Jatkeet voivat olla tehdasvalmisteisia tai nykyään useammin yksilöllisesti valmistettuja. Jatkemateriaalina on pitkään käytetty metalleja, kuten titaania, mutta erityisesti CAD/CAM -tekniikan yleistymisen myötä myös zirkoniasta valmistettujen jatkeiden käyttö on lisääntynyt. Jatkeet voivat kuulua ikenen läpi, jolloin tumman titaanin sijaan zirkonia on esteettisesti vaativalla etualueella parempi materiaalivalinta erityisesti silloin, kun limakalvon paksuus on 2 mm tai alle (Bressan ym. 2011, Berglundh ym. 2021). Zirkonia on jatkemateriaalina metalleja hauraampi, mutta soveltuu mekaanisilta ominaisuuksiltaan etuhammas- ja premolaarialueille (Cooper ym. 2016, Rosentritt ym. 2014). Takahammasalueilla titaanista valmistetut jatkeet ovat edelleen ensisijainen jatkemateriaali (Berglundh ym. 2021).

On olemassa myös Ti-base ja Ti-base hybridi -jatkeita, joiden pohjassa on standardi titaaninen runko. Ti-base jatkeen päälle voidaan sementoida suoraan CAD/CAM -valmisteinen keraaminen kruunurakenne. Ti-base hybridijatke koostuu tehdasvalmisteisesta titaanirungosta, jonka päälle tehdään yksilöllinen keraaminen pilari ja tämän päälle sementoidaan valmis keraaminen kruunurakenne (Ioannidis 2020). Ti-base jatkeet ovat edullisia, monipuolisia ja soveltuvat käytettäväksi myös takahammasalueilla (Al-Thobity 2021).

Väliaikaisilla jatkeilla voidaan muotoilla ientä ennen lopullisen proteettisen rakenteen valmistamista. Implantin pehmytkudoksen hyvä nousuprofiili ja marginaalinen ienrajan kulku ovat edellytys hyvälle esteettiselle proteettiselle lopputulokselle sekä peri-implanttikudosten terveydelle (Berglundh ym. 2021).

Hammasteknikko valitsee tai valmistaa jatkeen, joka sopii tarkkuusjäljennösten perusteella valmistetulle työmallille. Jatkeen valinnassa huomioidaan implantin sijainti hammaskaarella, vertikaalinen tila, implantin suunta ja limakalvon paksuus (Therapia Odontologica 2022).

#### 1.4.1 Väliaikainen jatke

Väliaikaisia jatkeita käytetään väliaikaisten implanttikruunujen valmistukseen. Väliaikaisella kruunulla ohjataan pehmytkudosten muotoa muokkaamalla kruunun gingivaalista osaa, kunnes haluttu lopputulos on saavutettu. Pehmytkudos kopioidaan jäljentämällä ja tämän perusteella hammasteknikko valmistaa identtisen lopullisen proteettisen rakenteen (Nilner

ym. 2013). Väliaikaisten jatkeiden käyttö on yleistä ja suositeltavaa esteettisesti vaativalla etualueella, sekä erityisesti luutason implanteissa (Wittneben ym. 2017).

#### 1.4.2 Tehdasvalmisteinen jatke

Laitevalmistajan standardijatkeet ovat yleensä titaanista. Niitä ei juuri enää käytetä yksilöllisten jatkeiden yleistyttyä. Tehdasvalmisteisia jatkeita käytetään harvoin sementtikiinnitteisten kruunujen kanssa väliaikaisessa rakenteessa, tai kun työllä on kiire. Tehdasvalmisteiset jatkeet ovat edullisempia kuin yksilölliset jatkeet, mutta niillä esiintyy useammin sementtiylimääriä (Berglundh ym. 2021).

#### 1.4.3 Yksilöllinen jatke

Yksilölliset jatkeet ovat nykyään yleisimmin käytettyjä jatkeita. Yksilöllisesti valmistettuna jatkeelle saadaan optimaalinen nousuprofiili sekä yksilöllinen yhteensopivuus implantin ja kruunurakenteen kanssa. Yksilöllinen jatke voidaan valmistaa perinteisellä menetelmällä tai CAD/CAM -tekniikan avulla jyrkimällä zirkonia- tai titaaniblokista (Berglundh ym. 2021).

#### 1.4.4 Ti-base jatke

Ti-base on titaaninen tehdasvalmisteinen runko, jonka päälle sementoidaan CAD/CAM -valmisteinen keraaminen pilari ja kruunu tai pelkkä kruunu. Proteettinen rakenne kiinnitetään implantaattiin ruuvilla. Jatkeena Ti-base keraamisella pilariosalla (ns. Ti-base hybridi jatke) on mekaanisesti kestävämpi, kuin zirkoniajatke, mutta silti esteettisempi kuin pelkkä titaanijatke (Truninger ym. 2012). Jatketyyppi on yleistynyt sen alhaisten valmistuskustannusten vuoksi sekä sen ollessa yhdistettävissä useiden eri implanttisysteemien ja proteettisten keraamien kanssa. Ti-base runko on tehdasvalmisteinen, jonka vuoksi sen nousuprofiili on huonompi kuin yksilöllisillä jatkeilla. Titaanirungon ja keramian välinen sementtisauma on lähellä luurajaa, mikä lisää peri-implantiitin riskiä (Berglundh ym. 2021).

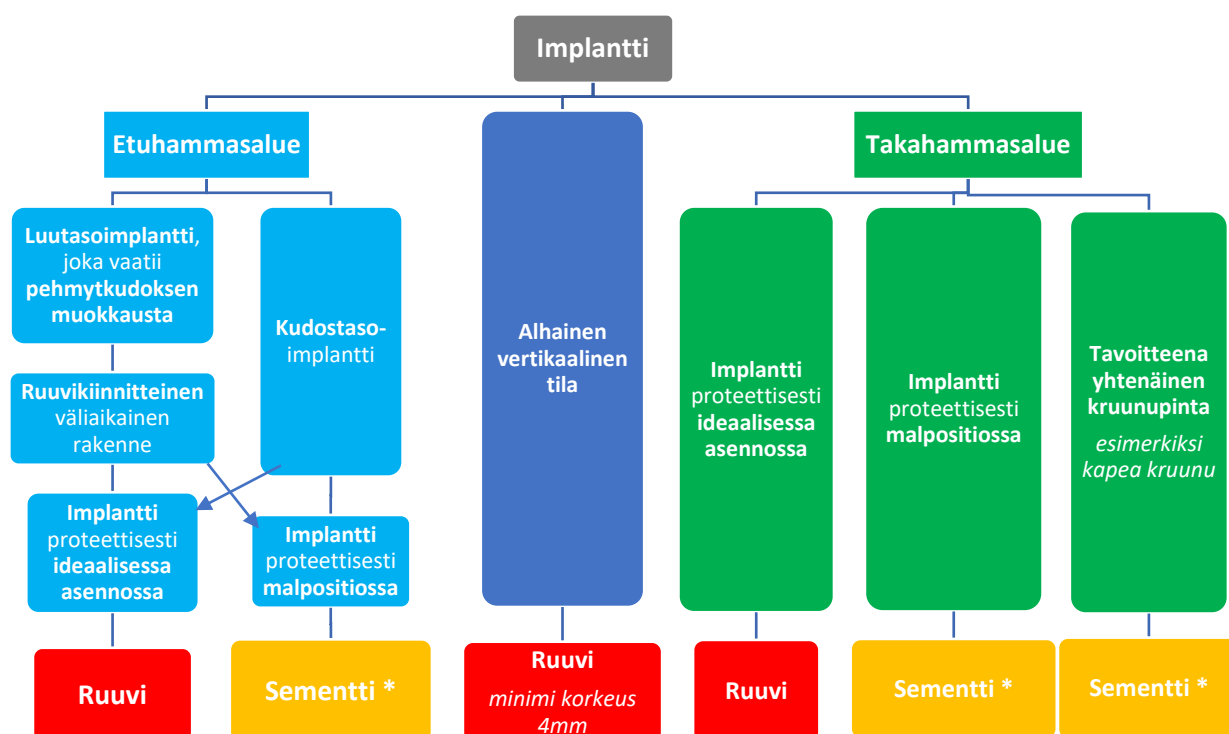
### 1.5 Kruunun valinta

Implanttikruunu voi olla ruuvikiinnitteinen tai sementoitavia. Kruunun valinnassa voi hyödyntää Wittneben ym. lähteestä modifioitua diagnoosipuuta (Kuva 1, Wittneben ym. 2017). Implanttien varhaisvaiheista alkaen ruuvikiinnitteiset kruunut ovat olleet eniten

käytössä olleita implanttikruunuja. Sementoitavia kruunuja on myös suosittu niiden hyvän estetiikan ja alhaisempien valmistuskustannusten vuoksi (Sherif ym. 2014).

Väliaikaisiksi kruunuiksi suositellaan ruuvi kiinnitteisiä rakenteita, koska ne ovat helppoja irrottaa ja muokata. Sementtiylimäärien puuttuessa peri-implantiitin riski on niissä myös pienempi, kuin sementtikiinnitteisillä väliaikaisilla rakenteilla (Wittneben ym. 2017).

Kruunun kiinnitystavasta riippumatta kruunu tulee suunnitella helposti puhdistettavaksi, jotta välttyttäisiin biologisilta komplikaatioilta, kuten peri-implantiitilta. Yksittäisten implanttikruunujen puhdistettavuutta vaikeuttavat implantin kallistuneisuus, rajoittunut tila hammasvälissä, liian pulleat kruunun muodot, saumakohtat ja sementtiylimäärät, kruunun reuna lähellä luurajaa ( $\leq 1,5$  mm) sekä liikkuva limakalvo implantin ympärillä (Bijelic-Donova 2022, Wittneben ym. 2017).



\* kruunun reuna saa mennä subgingivaalisesti enintään 2 mm (< 2 mm).

Kuva 1. Diagnoosipuu kruunun valinnasta. Modifioitu lähteestä Wittneben ym. 2017.



### 1.5.1 Ruuvikiinnitteinen kruunu

Nimensä mukaisesti ruuvikiinnitteinen kruunu kiinnitetään kiristysruuvilla implantaattiin. Ruuvikiinnitteinen kruunu on yleensä ensisijainen vaihtoehto, sillä se on helppo kiinnittää ja rakenteen myöhempi irrottaminen on yksinkertaista ja se onnistuu kruunua vahingoittamatta. Kruunu voidaan joutua irrottamaan esimerkiksi sen huollon tai anti-infektiivisen hoidon yhteydessä (Sherif ym. 2014, Lemos ym. 2016).

Ruuvikiinnitteisen implanttikruunun etuja ovat mahdollisuus rakenteen irrottamiseen, sen pieni, vähintään 4 mm vertikaalisesti vaatima tila sekä sementtiylimäärien puuttuminen (Wittneben ym. 2017, Sherif ym. 2014). Ruuvikiinnitteisellä väliaikaisella rakenteella voidaan myös muokata pehmytkudoksia haluttuun suuntaan ennen lopullisen kruunun asemointia (Wittneben ym. 2017).

Ruuvikiinnitteisen kruunun kiristysruuvin aukko tulee kruunun läpi, yleisimmin okklusaalipinnalle. Kruunun suunnittelussa on huomioitava, että erityisesti esteettisillä etualueella kruunun ruuvin aukko halutaan asemoida ei-näkyvälle palatinaalipinnalle. Tämä on otettava huomioon jo implantin asentoa suunniteltaessa. Kallistuneissa implanteissa voidaan ruuviaukon sijaintia muuttaa taivutetulla ruuvikanavalla tiettyyn rajaan asti. Usein kallistuneisiin implanteihin sementoitava kruunu on parempi ratkaisu.

Kruunun suunnittelussa on huomioitava, että purentakontakteja tulee välttää takahammasalueen kruunun ruuviaukon alueella, koska se tekisi rakenteesta mekaanisesti heikomman (Wittneben ym. 2017). Eri materiaalit välittävät purentavoimia implantaattiin eri tavalla, mikä voi altistaa kruunun epäideaalisille sivuttaissuuntaisille voimille ja teknisille komplikaatioille (Lemos ym. 2016). Epäedulliset sivuttaissuuntaisen purentavoimat syntyvät myös tilanteissa, joissa kruunun muoto ja koko ovat liian suuret suhteessa implantin kokoon, esimerkiksi kun kapeaan implantaattiin tehdään iso kruunu (Øilo ja Arola 2018).

### 1.5.2 Sementoitava kruunu

Nimensä mukaisesti sementoitava kruunu kiinnitetään sementillä jatkeen päälle, joka on kiinnitetty ruuvilla implantaattiin. Sementtikiinnitteinen implanttikruunu muistuttaa tavallista proteettista kruunua ja voi siten olla kokemattomammalle hammaslääkärille käyttäjäystävällinen valinta (Sherif ym. 2014). Sementoitavan implanttikruunun reuna tulee asemoida marginaaliselle ienrajalle tai sen yläpuolelle, jotta voidaan minimoida

sementtiylimäärä ja sen aiheuttama peri-implanttimukosiitin ja peri-implantiitin riski. Sementtisauma 2 mm marginaalisen ienrajan alapuolella on kliinisesti todistettu hankalaksi puhdistaa sementtiylimäärästä (Wittneben ym. 2017). Peri-implantiitti voi aiheuttaa esteettistä haittaa, mutta toisaalta myös näkyvä kruunun reuna voi olla esteettisesti häiritsevä etuhammasalueella. Etuhammasalueella tulisikin suosia ruuvikiinnitteisiä kruunuja, mikäli mahdollista.

Sementoitava kruunu soveltuu käytettäväksi takahammasalueelle sekä erityisesti kallistuneessa asennoissa oleviin implantteihin (Wittneben ym. 2017). Sementtikiinnitteisen kruunun etuja ovat yhtenäinen kruunun pinta, mikä mahdollistaa hyvän estetiikan implantin asennosta riippumatta sekä helpon okkluusion suunnittelun. Erityisesti kapeissa kruunuissa sementtikiinnitys on eduksi, kun voidaan välttää purentakontaktit ruuvikiinnitysaukon alueella. Se voi olla myös esteettisesti hyvä vaihtoehto alaleukaan, jossa okklusaalipinnat saattavat näkyä (Wittneben ym. 2017). Sementtikiinnitteisen kruunun retentio ei yleensä heikkene ajan myötä (Sherif ym. 2014).

Sementtikiinnitteisen kruunun poistaminen on hankalampaa kuin ruuvikiinnitteisen. Kruunun irrottaminen vaatii ruuviaukon paljastamista poraamalla, jolloin myös kruunun yhtenäinen pinta vaurioituu. Sementtikiinnitteinen kruunu on mahdollista kiinnittää väliaikaisella sementillä, jotta se olisi myöhemmin helpommin irrotettavissa rakennetta rikkomatta. Se ei kuitenkaan ole suositeltavaa, sillä väliaikainen sementti lisää riskiä saumavuodolle ja kiinnityksen pettämiselle (Wittneben ym. 2017).

### 1.5.3 CAD/CAM valmisteinen kruunu

Tietokoneavusteisesti valmistetut CAD/CAM implanttikruunut ovat verrattain uusi alue implanttiprotetiikassa, mutta yksittäisten kokokeraamisten kruunujen selviytyminen 5 vuoden seurannassa on ollut korkea ja teknisten komplikaatioiden määrä alhainen (Hardler ym. 2009). Vähäisten seurantatutkimusten vuoksi digitaalisesti valmistettuja kruunuja ei voida verrata perinteisellä menetelmällä valmistettuihin implanttikruunuihin (Hardler ym. 2009, Patzelt ym. 2015). Menetelmät kehittyvät nopeasti, mutta niistä tarvitaan lisää kliinisiä seurantatutkimuksia.

## 1.6 Jäljentäminen

Jäljentäminen on proteettisen hoidon toteutuksen ensimmäinen vaihe. Implanttikruunun tarkkuusjäljennökset voidaan suorittaa analogisesti jäljennösaineilla ja yksilöllisellä jäljennöslusikalla tai digitaalisesti intraoraaliskannerilla. Jäljennös otetaan aina kunkin implanttivalmistajan omien komponenttien (perinteisten tai digitaalisten jäljentimien) kanssa.

### 1.6.1 Analoginen jäljennös

Analoginen jäljentäminen avoimen lusikan tekniikalla käsitellään opetusvideossa *1.Hoitokäynti*.

Tarkkuusjäljennös yksittäistä implanttikruunua varten tehdään yleisimmin implanttitasosta. Ensin paranemisjatke tai muun väliaikainen rakenne irrotetaan implantista. Implanttiin asetetaan kiinnitysruuvilla jäljennin, joka on implantin kanssa yhteensopiva ja saman laitevalmistajan valmistama. Jäljentimen tarkoitus on jäljentää implantin asento suhteessa muuhun hampaistoon ja hammaskaareen nähden. Jäljentimen istuvuus tulisi aina varmistaa periapikaalikuvalla ennen jäljennöksen ottoa (Bijelic-Donova 2022).

Kruunujäljennös otetaan monofaasijäljennöksenä henkilökohtaisella lusikalla ja jäljennösaineena käytetään yleensä polyeetteriä, esimerkiksi *Impregum* (valm. 3M, Yhdysvallat). Jäljentäminen tapahtuu avoimen tai suljetun lusikan tekniikalla. Avoimen lusikan menetelmässä jäljennöslusikassa on reikä implantin kohdalla, jolloin jäljennin asemoituu implantin määräämään asentoon jäljennöksen läpi. Kovettumisajan jälkeen avataan jäljentimen kiinnitysruuvi ja otetaan jäljennös pois suusta. Suljetun lusikan menetelmässä jäljennöslusikka on umpinainen myös implantin kohdalta. Kummallakin menetelmällä jäljennös otetaan ulos suusta jäljentimen kanssa. Jäljentämisen jälkeen implanttiin asetetaan takaisin paranemisruuvi tai muu väliaikainen rakenne. (Bijelic-Donova 2022.)

Tarkkuusjäljennöksen lisäksi otetaan purentaindeksi ja jäljennös antagonistista. Implanttikruunun tilausta varten tarvitaan hampaan värinmääritys, joka voidaan tehdä vastaanotolla tai lähettää potilas hammasteknikon vastaanotolle.

Jäljennökset lähetetään proteettisen työn tilauskaavakkeen kanssa hammaslaboratorioon tarvittaessa yhdessä laitevalmistajan replikan eli työimplantin kanssa. Hammaslaboratoriossa replika kiinnitetään implantin paikalle jäljentimeen ennen työmallin kipsivalua. Replika

kopioi implantin paikan suussa ja on lopulta osana valmista valettua kipsityömallia (Bijelic-Donova 2022).

### 1.6.2 Digitaalinen jäljennös

Digitaalista jäljennöstä otettaessa intraoraaliskanneri, digitaalinen jäljennin ja implantti tulee olla keskenään yhteensopivia. Digitaalinen jäljennin tunnetaan nimellä *scan body* (eng.) ja se on eräänlainen skannausjatke. Jäljennettävä alue tulee olla eristettynä syljestä ja verestä. Skannaustekniikassa tulee noudattaa valmistajan ohjeita, mutta jäljennin kiinnitetään implanttiin yleensä niin, että sen tasareuna sijaitsee bukkaalisesti. Jäljennettäessä skannataan kummankin leuan hammaskaari kauttaaltaan sekä purenta bukkaalisesti molemmin puolin. Erityisen tarkasti skannataan implantoitava alue, sen viereiset hampaat sekä tulevan implanttirakenteen antagonistit. Skannaamisen edistymistä voi yleensä seurata laitteen näytöltä. Jäljennökseen on mahdollista tehdä jälkikäteen muokkauksia ja tarkentavia lisäskannauksia.

Digitaalista jäljentämistä käytetään erityisesti silloin, kun potilaalle ollaan valmistamassa CAD/CAM implanttikruunuja. Digitaalinen hoitopolku voi lyhentää potilaan hoitoon tarvittavaa aikaa sekä pienentää hoitokustannuksia verrattuna perinteiseen analogiseen jäljentämiseen ja implanttikruunun valmistukseen (Berglundh ym. 2021).

### 1.7 Kruunun sovitus ja asennus

Jäljentämisen jälkeen voidaan tilata jokin seuraavista kolmesta proteettisesta suprarakenteesta: 1. väliaikainen kruunu, mikäli esimerkiksi esteettisellä alueella halutaan muokata pehmytkudoksia, 2. lopullinen kruunu sementoituna lopulliseen jatkeeseen väliaikaisella sementillä välisovitusta varten, mikäli halutaan varmistaa kruunun muodon tai värin sopivuus, tai 3. valmis kruunu sementoituna pysyvällä sementillä jatkeeseen, joka sovitetaan paikalleen ja annetaan koekäyttöön. Suprarakenteen tyypistä huolimatta, tulee kruunun sovitus- ja asennusvaiheessa varmistaa kruunun istuvuus ensin röntgenkuvin (periapikaalikuva) ja vasta tämän jälkeen kiristää se momenttiin (implanttivalmistajasta riippuen n. 20-35 N). Tämän jälkeen tarkistetaan purenta ja suojataan ruuvien aukko teflonteipillä ja väliaikaisella yhdistelmämuovilla, kuten *Clip* (valm. *Voco*, Saksa). Käynnin päätteeksi valitaan sopivat väliharjat ja opastetaan potilasta omahoidossa.

Purentakontaktien tulee olla pistemäiset ja implantaattiin nähden aksiaaliset. Ruuvikiinnitteisen kruunun okklusaaliruuvien aukon kohdalla ei tulisi olla kontakteja. Artikulaatioliikkeet tulee olla, kuten normaalissa purennassa. Kontaktit implanttirakenteella on suositeltavaa olla hieman muuta hampaistoa kevyemmät (Therapia Odontologica 2022).

Ensimmäinen kontrolli on n. 1 kk kuluttua lopullisen kruunun asennuksesta, jolloin tarkistetaan momenttikiristys, purenta ja kontaktit, arvioidaan omahoidon tasoa ja määritetään ylläpitovälin tiheyttä IDRA -mallin mukaisesti. Tämän jälkeen seuraava implanttikontrolli on vuoden (12 kk) kuluttua suprarakenteen asennuksesta ja sen jälkeen 2-4 vuoden välein hammastarkastusten yhteydessä tai tarvittaessa useammin (Therapia Odontologica 2022).

Implantin jatkokontrolleissa tarkistetaan kruunun istuvuus kliinisesti ja radiologisesti sekä haastatellaan potilasta subjektiivisista oireista ja omahoidon toteutuksesta. Potilaalle tehdään plakkirekisteröinti, mitataan ientaskut implanttikruunun ympärillä sekä rekisteröidään verenvuoto. Ientaskuja mitataan ientaskumittarilla. Implantin ympärillä taskujen syvyydet voivat vaihdella ja tämä johtuu pehmytkudoksen paksuudesta implantin ympärillä sekä implantin upotussyvyydestä. Myös kruunun muoto vaikuttaa mittaustulokseen. Lopuksi tarkistetaan purenta ja kontaktit. Purenta tulee olla tasainen koko hammaskaarella ja implanttikruunu ei saa korottaa tai aiheuttaa interferenssejä.

Implanttirakennetta seurataan röntgenkuvin. Ensimmäinen periapikaalikuva otetaan 12 kk kuluttua ja sen jälkeen 2 vuoden välein hammastarkastusten yhteydessä ja tarvittaessa useammin. Seurantaröntgenkuvia verrataan aina aikaisempiin implantista otettuihin kuviin. Kuvassa tulisi olla nähtävissä terve luustruktuuri (ks. luku 1.3.2 implantoinnin jälkeisen rtg-kuvantamisen periaatteista). Maljamainen, diffuusi radiolusentti alue implantin ympärillä on merkki aktiivisesta kudostuhosta, joka vaatii hoitoa (Kuusisto 2022). Terveessä tilanteessa resorptio on kiivainta ensimmäisen vuoden aikana implantoinnista, mutta sen jälkeen se ei saisi enää ylittää 0,1 mm vuodessa (Therapia Odontologica 2022). Implantissa ei saa olla liikkuvuutta tai koputusarkuutta. Terävä koputusääni on merkki hyvästä luukontaktista (Therapia Odontologica 2022).

## **1.8 Implanttikiinnitteisen kruunun komplikaatiot ja selviytyminen**

Yksittäisten sementti- ja ruuvikiinnitteisten implanttikruunujen selviytyminen ei eroa tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Kummallakin retentiomenetelmällä on korkea selviytyminen. Wittneben ym (2017) kokosi 72 kliinistä tutkimusta vuosilta 2000-2012, joiden mukainen 5 -vuotinen selviytyminen ruuvikiinnitteisille kruunuille oli 95,55% ja sementtikiinnitteisille kruunuille 96,03%. Suurin riski implanttihoidon epäonnistumiselle tai huonolle pitkäaikaisennusteelle ovat epäonnistunut potilasvalinta, virheet hoidon suunnittelussa sekä riittämätön hammaslääkärin ammatillinen osaaminen ja koulutus (Therapia Odontologica 2022).

Kruunujen välillä on eroa niiden komplikaatioissa. Ruuvikiinnitteisillä on pääasiassa teknisiä komplikaatioita ja sementtikiinnitteisillä on eniten biologisia komplikaatioita (Berglundh ym. 2021, Wittneben ym. 2017). Tosin Wittneben ym. (2017) kokoamissa artikkeleissa sementoitavilla kruunuilla havaittiin määrällisesti enemmän sekä teknisiä että biologisia komplikaatioita verrattuna ruuvikiinnitteisiin kruunuihin. Hammaslääkärin tulisi tehdä kruunun valinta aina potilaskohtaisesti huomioiden implantin asento, esteettiset ja anatomiset vaatimukset sekä viimekädessä hammaslääkärin taidot ja mieltymykset (Berglundh ym. 2021).

### **1.8.1 Tekniset komplikaatiot**

Teknisiä komplikaatioita ovat implantin tai jatkeen murtumat, jatke-implantti liitoksen löystyminen, jatkeen kiinnitysruuvien löystyminen tai katkeaminen, kruunun kiristysruuvien löystyminen tai katkeaminen, tai kruunun murtuminen tai lohkeaminen. Sementoitavien kruunujen yleisin tekninen komplikaatio on jatkeen löystyminen, jonka korjaaminen vaatii kruunun pinnan rikkomista. Ruuvikiinnitteisillä kruunuilla havaittiin yleisimmin kiinnitysruuvien löytymistä, kruunun murtumia tai lohkeamisia. (Lemos ym. 2016, Wittneben ym. 2017.) Ruuvikiinnitteisissä rakenteissa on sisäisiä jännitteitä, jotka altistavat kiinnitysruuvien murtumiselle (Lemos ym. 2016). Lisäksi ruuvikiinnitteisen kruunun okklusaalipinnan eri materiaalit välittävät purentavoimia eri tavalla. Tämä voi altistaa kruunun keramian lohkeamiselle sekä epäideaalisille sivuttaissuuntaisille voimille, jotka lisäävät riskiä kiinnitysruuvien löystymiselle tai katkeamiselle. Teknisille komplikaatioille altistavat purenta interferenssit, bruksismi, implantin epäideaali asento proteettiseen rakenteeseen nähden, kruunun sijainti takahammasalueella, kruunun huono istuvuus, jatkeen

kiinnitysruuvien tai kruunun kiristysruuvien epäideaali kiinnitysmomentti, kruunun suuri koko suhteessa implantaattiin sekä kiinnitysruuvien pieni halkaisija suhteessa implantaattiin (Berglundh ym. 2021, Lemos ym. 2016, Wittneben ym. 2017).

Sementtikiinnitteisissä rakenteissa ilmenee laadultaan vähemmän teknisiä komplikaatioita, koska kruunurakenne on yhtenäinen ja sen passiivinen istuvuus on hyvä (Lemos ym. 2016). Tekninen komplikaatio on usein korjattavissa ja siten se on pienempi ongelma, kuin biologinen komplikaatio, joka voi aiheuttaa potilaalle merkittävän ja peruuttamattoman haitan (Berglundh ym. 2021).

### 1.8.2 Biologiset komplikaatiot

Biologisia komplikaatioita ovat implantaattia ympäröivän pehmyt- ja kovakudoksen perimukosiitti ja peri-implantiitti (Berglundh ym. 2021). Kyseisille komplikaatioille altistavat potilaan parodontiittihistoria, puutteellinen omahoito, luutason implantaatti (vs. kudostason implantaatti), huono proteettisen rakenteen puhdistettavuus tai istuvuus sekä karkeat pinnat, kuten sementtiylimäärät (Berglundh ym. 2021, Wittneben ym. 2017).

Biologisia komplikaatioita esiintyy enemmän sementtikiinnitteisissä kruunuissa (Wittneben ym. 2017). Peri-implantiitti on implantin kiinnityskudosten sairaus, joka vastaa etiologialtaan luonnollisen hampaiston kroonista parodontiittia. Peri-implantiitti on krooninen bakteeriperäinen tulehdus, joka aiheuttaa implantin luutuen menetystä. Pitkälle edennyt luukato voi johtaa implantin menetykseen. Perimukosiitin ja peri-implantiitin hoito vaatii perusteellista anti-infektiivistä hoitoa, joka useimmiten edellyttää proteettisen rakenteen irrottamista (Wittneben ym. 2017).

## 2 OPINTOMATERIAALIN TAVOITTEET

Tämän syventävän opintotyön tavoitteena oli tuottaa selkeää opintomateriaalia, joka antaisi hammaslääketieteen opiskelijoille tietoa ja valmiuksia proteettisen ruuvikiinnitteisen implantaattirakenteen valmistamisen vaiheista. Opetusvideot suunniteltiin 5. vuosikurssin hammaslääketieteen opiskelijoille osaksi implantologian kurssia.

### 3 OPINTOMATERIAALIN TOTEUTUS

Opetusvideoita tuotettiin kolme kappaletta; *1.Hoitokäynti*, *2.Hoitokäynti* ja *3.Hoitokäynti*. Videoiden yhteispituus on n. 25 min, joista *1.Hoitokäynti* on verrattain pitkäkestoisin. Videot käsittelevät d.21 ruuvikiinnitteisen implanttikruunun proteettisen hoidon vaiheita jäljentämisestä valmiin kruunun asentamiseen. Videot koostuvat kliinisestä videokuvasta yhdestä potilaasta ja kliinisistä valokuvista kahdesta eri potilaasta sekä tekstityksestä. Potilailta pyydettiin kirjalliset luvat kuvaamiseen ja hoidosta taltioidun kuvamateriaalin opetuskäyttöön.

Omat vastualueeni olivat videoiden kuvaaminen ja editointi. Kliinisten valokuvien ja kliinisten toimenpiteiden suorittaminen olivat Evahl Jasmina Bijelic-Donovan vastuulla. Videot ja valokuvat kuvattiin Turun Opetushammashoitolan klinikkahuoneessa vuosien 2021-2022 aikana. Opetusvideot editoitiin Turun Yliopiston Hammaslääketieteen laitoksen tietokoneella vuoden 2022 aikana opetushammashoitaja Tytti Syrjäkarin ohjauksessa.

Ensimmäinen video *1.Hoitokäynti* käsittelee proteettisen hoidon toteutuksen seuraavia vaiheita:

Tarkkuusjäljennöksen otto analogisesti:

- Väliaikaisen kruunun irrotus, jäljentimen asennus paikalleen ja varmistus periapikaalikuvalla
- Yksilöllisen lusikan sovitus ja liimaus
- Tarkkuusjäljennös implanttitasolta, purentaindeksi ja alginaattijäljennös antagonisteista
- Väliaikaisen kruunun asentaminen takaisin paikoilleen
- Hampaan värin määrittäminen
- Työn lähettäminen hammasteknikolle

Toinen video *2.Hoitokäynti* käsittelee proteettisen hoidon toteutuksen seuraavia vaiheita:

Kruunun ja jatkeen sovitus:

- Jatkeen sovitus ja istuvuuden varmistus periapikaalikuvalla
- Kruunun sovitus

Kolmas video *3.Hoitokäynti* käsittelee proteettisen hoidon toteutuksen seuraavia vaiheita:



Proteettisen rakenteen asennus:

- Valmiin kruunun sovitus ja istuvuuden varmistus periapkaalikuvalle
- Purennan tarkistus, kiristys momenttiin, ruuviaukon peitto teflonteipillä ja Clip-muovilla
- Purennan tarkistus, artikulaatioliikkeet
- Kotihoito-ohjeet

Proteettisen rakenteen kontrolli:

- Purennan ym. tarkistus
- Ylläpitohoidon määrittäminen, implanttirakenteen seuranta röntgenkuvin

## 4 POHDINTA

Väestöterveyden näkökulmasta on hyvä tietää, että implanttien määrä potilasta kohti on vähenemässä. On kuitenkin odotettavissa, että implanttihoitoa saavien määrä tulee kasvamaan väestön ikääntymisen myötä ja tiedetään, että implanttirakenteiden komplikaatiot lisääntyvät niiden käyttöä myötä. Niinpä komplikaatioiden vähentämiseksi on tärkeää toteuttaa hyvä potilasvalinta ja implanttihoito sekä lisäksi sitouttaa potilas säännölliseen implanttirakenteen ylläpitohoitoon ja seurantaan. Mahdolliseen ongelmaan on helpompi puuttua silloin, kun se huomataan varhain.

Kruunun valinta tulisi tehdä aina potilaskohtaisesti, huomioiden implantin asento, esteettiset ja anatomiset vaatimukset sekä viimekädessä hammaslääkärin taidot ja mieltymykset. Ensisijaisesti tulisi aina suosia ruuvikiinnitteisiä implanttikruunuja, kun implantti on proteettisesti ideaalisessa asennossa. Ruuvikiinnitteisen implanttikruunun kiistattomia etuja ovat sen helposti irrotettava suprarakenne, sen pieni, vähintään 4 mm vertikaalisesti vaatima tila sekä sementtiylimäärien puuttuminen. Sen sijaan, sementoitava kruunu soveltuu käytettäväksi erityisesti kallistuneessa asennoissa oleviin implanteihin sekä silloin, kun okkluusion suunnittelu olisi vaikeaa ilman yhtenäistä kruunun pintaa.

Ruuvikiinnitteisillä kruunuilla on enemmän teknisiä komplikaatioita, kuin sementtikiinnitteisillä kruunuilla, joilla tavataan enemmän biologisia komplikaatioita. Tekniset komplikaatiot ovat kuitenkin usein korjattavissa implanttirakenteen osia vaihtamalla tai

uusimalla, jolloin sen voidaan ajatella olevan pienempi ongelma, kuin biologinen komplikaatio, joka usein aiheuttaa potilaalle etenevän ja peruuttamattoman kudostuhoon, joka voi johtaa jopa koko implanttirakenteen menettämiseen.

Implanttiprotetiikka kehittyy jatkuvasti, erityisesti digitaalisen hoitopolun kehityksen myötä. Digitaaliset menetelmät nopeuttavat implanttihoitoprosessia ja tuovat implanttiprotetiikan yhä suuremmalle potilasjoukolle taloudellisesti mahdolliseksi hoitomuodoksi toteuttaa. Digitaaliset menetelmät antavat hammaslääkärille työkaluja hoidon suunnitteluun ja toteuttamiseen, mutta ne eivät itsessään korvaa hammaslääkärin koulutuksen merkitystä. Implanttiprotetiikan valmistamiseksi hammaslääkäriltä vaaditaan jatkossakin osaamista tehdä hoitopäätökset ja suunnitelmat hammaslääketieteen ammattilaisena. Tulevaisuudessakin implanttiprotetiikkaa harjoittava hammaslääkäri voi työssään hyödyntää digitaalisia suunnitteluohjelmia, mutta hän ei voi olla täysin niiden varassa.

## LÄHTEET

Al-Thobity AM. Titanium Base Abutments in Implant Prosthodontics: A Literature Review. Eur J Dent. 2022 Feb;16(1):49-55.

Berglundh T., Giannobile WV., Lang NP., Sanz M. 2021: *Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry*, Seventh Edition. John Wiley & Sons Ltd. s525-526, 541-547, 555-571, 572-583, 1136-1170, 1185-1188, 1198-1204, 1214-1220.

Berglundh T, Koldslund OC, Grauballe M. Peri-implanttisairauksien uusi luokitus. Hammaslääkärilehti 2022; 4: 22-27.

Bijelic-Donova J. Erikoishammaslääkärin tutkintoon liittyvä hallinnon projektityö. Hammasimplanttipotilaan hoitoprosessi Turun kaupungin opetushammashoitolassa 2022.

Bressan E, Paniz G, Lops D, Corazza B, Romeo E, Favero G. Influence of abutment material on the gingival color of implant supported all-ceramic restorations: a prospective clinical study. Clin Oral Impl Res. 22, 2011; 631-637.

Cooper LF, Stanford C, Feine J, McGuire M. Prospective assessment of CAD/CAM zirconia abutment and lithium disilicate crown restorations: 2.4 year results. J Prosthet Dent. 2016 Jul;116(1):33-9.

Hardler S, Kern M. Survival and complications of computer aided-designing and computer-aided manufacturing vs. conventionally fabricated implant-supported reconstructions: a systematic review. Clin Oral Implants Res. 2009 Sep;20 Suppl 4:48-54.

Heitz-Mayfield LJA, Heitz F, Lang NP. Implant Disease Risk Assessment IDRA-a tool for preventing peri-implant disease. Clin Oral Implants Res. 2020 Apr;31(4):397-403. <https://www.perio-tools.com/idra/en/>.

Implantologia. Therapia Odontologica, 2022 Kustannus Oy Duodecim, Dental Mammoth Oy (viitattu 16.3.2023). Saatavilla Internetissä: [www.terveysportti.fi](http://www.terveysportti.fi). Verkkoartikkelit 023.007, 023.016, 023.022, 023.023, 023.025, 023.026, 023.045, 023.050, 023.055, 023.061, 023.062, 023.064, 023.065, 023.066, 023.076, 023.099, 023.105.

Ioannidis A, Gil A, Hämmerle CH, Jung RE, Zinelis S, Eliades G. Effect of Thermomechanical Loading on the Cementation Interface of Implant-Supported CAD/CAM Crowns Luted to Titanium Abutments. *Int J Prosthodont*. 2020 Nov/Dec;33(6):656-662.

Korkmaz I.H, Kul E. Investigation of the Type of Angled Abutment for Anterior Maxillary Implants: A Finite Element Analysis. *Journal of Prosthodontics* 31,2022; 689–696.

Kapos T, Evans C. CAD/CAM technology for implant abutments, crowns, and superstructures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29 Suppl:117-36.

Lemos CAA, de Souza Batista VE, de Faria Almeida DA, Santiago Júnior JF, Verri FR, Pellizzer EP. Evaluation of cement-retained versus screw-retained implant-supported restorations for marginal bone loss: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2016;115:419-427.

Nilner K, Karlsson S, Dahl B.L. 2013: Implants and their role in FDP treatment. Teoksessa Laurell B.W. (toim.) *A textbook of fixed prosthodontics the Scandinavian approach*. S 372-393. Gothia Fortbildning AB, Sweden.

Närhi T., Kuusisto N., Lääveri M. Luentomateriaalit kurssilta DENT0433 Implantologia: protetiikka ja suu- ja leukakirurgia. D9, 2022.

Patzelt SBM, Spies BC, Kohal RJ. CAD/CAM-fabricated implant-supported restorations: a systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2015 Sep;26 Suppl 11:77-85.

Pihakari A, Rintala J, Kitti U, Könönen M, Linden R, Peltola J, Santavirta S, Kontinen YT. Hammasimplantti - ihmisen yleistyvää varaosa. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 2004;120(12):1474-1482.

Øilo M, Arola D. Fractographic analyses of failed one-piece zirconia implant restorations. *Dent Mater*. 2018 Jun;34(6):922-931.

Rosentritt M, Hagemann A, Hahnel S, Behr M, Preis V. In vitro performance of zirconia and titanium implant/abutment systems for anterior application. *J Dent*. 2014 Aug;42(8):1019-26.

Sherif S, Susarla HK, Kapos T, Munoz D, Chang BM, Wright RF. A Systematic Review of Screw- versus Cement-Retained Implant-Supported Fixed Restorations. *Journal of Prosthodontics* 23 (2014) 1–9.

Truninger TC, Stawarczyk B, Leutert CR, Sailer TR, Hämmerle CH, Sailer I. Bending moments of zirconia and titanium abutments with internal and external implant-abutment connections after aging and chewing simulation. *Clin Oral Implants Res.* 2012 Jan;23(1):12-8.

Vinhas A.S, Aroso C, Salazar F, López-Jarana P, Ríos-Santos, Herrero-Climent M. J.V, Review of the Mechanical Behavior of Different Implant-Abutment Connections. *Int J Environ Res Public Health* 2020 Nov 23;17(22):8685.

Wittneben JG, Millen C, Brägger U. Clinical performance of screw- versus cement-retained fixed implant-supported reconstructions--a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29 Suppl:84-98.

Wittneben J, Joda T, Weber H, Brägger U. Screw retained vs. cement retained implant-supported fixed dental prosthesis. *Periodontology 2000*, Vol. 73, 2017, 141–151.