

Martin, Reeta & Osipow, Iida

HAMMASPAIKKOJEN KORJAAMINEN

Martin, Reeta & Osipow, Iida

HAMMASPAIKKOJEN KORJAAMINEN

Turun Yliopisto

Lääketieteellinen tiedekunta

Hammaslääketieteen laitos

Kariologia ja korjaava hammashoito

Kevätlukukausi 2023

Ohjaajat: Arzu Tezvergil-Mutluay, professori, Hammaslääketieteen laitos

Teemu Tirri, yliopisto-opettaja, Hammaslääketieteen laitos

Asiantuntijatarkastaja: Arzu Tezvergil-Mutluay, professori, Hammaslääketieteen laitos

Laajuus: 20+20 opintopistettä

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys tullaan tarkastamaan Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

TURUN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta

Hammaslääketieteen laitos

MARTIN, REETA & OSIPOW, IIDA: Hammaspaikkojen korjaaminen

Syventävien opintojen kirjallinen työ, 32 s

Kariologia ja korjaava hammashoito

Huhtikuu 2023

Tämän syventävän työn tarkoituksena on tehdä opetusvideot yhdistelmämuovi- ja amalgaamipaikkojen sekä keraamisen laminaatin korjaamisesta intraoraalisesti. Opetusvideot on suunnattu hammaslääketieteen opiskelijoille teoreettisen opetuksen tueksi. Opetusvideoiden tavoitteena on toimia opiskelijoille apuna ja esimerkkinä vanhan paikan korjauksen harjoittelussa.

Opetusvideoiden pohjana on kirjallinen osuus, joka perustuu kansainvälisiin hammaslääketieteellisiin tutkimuksiin ja julkaisuihin. Kirjalliseen osuuteen on koottu ohjeet yhdistelmämuovi- ja amalgaamipaikkojen sekä keraamisten restauraatioiden korjaamisen työvaiheista, korjaustarpeen syistä ja korjausindikaatioista. Kirjallisen osion tavoitteena on esittää paikan tai kruunun korjaamisen vaiheet selkeästi ja helposti ymmärrettävästi.

Syventävän opinnäytetyön tuloksena syntyi kaksi opetusvideota. Ensimmäinen video on nimeltään *Amalgaami- ja muovipaikan korjaus* ja sen kesto on 2min 49s. Toinen video on nimeltään *Laminaatin korjaaminen (Empress CAD)* ja se on kestoaltaan 3min 6s. Opetusvideot kuvattiin helmikuussa 2023 Turun yliopiston hammaslääketieteen laitoksen harjoitusluokka Simulassa. Opetusvideoilla toimenpiteet tehtiin frasco-leukoihin. Opetusvideot editoitiin Adobe Acrobat Pro –ohjelmalla Turun yliopiston tietokoneella. Opetusvideot on luovutettu Turun yliopistolle opetuskäyttöön.

Avainsanat: Amalgaami, Hammaskeramia, Hammaspaikka, Keraaminen restauraatio, Korjaava hammashoito, Yhdistelmämuovi

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. ADHEESIO & RETENTIO	5
3. YHDISTELMÄMUOVIPAIKAN KORJAUS	8
4. AMALGAAMIPAIKAN KORJAUS	11
5. KERAAMISTEN RESTAURAATIOIDEN KORJAUS	15
5.1 Maasälpäposliinit ja lasikeraamit	17
5.2 Oksidikeraamit	20
5.3. Metallokeramiset restauraatiot	22
6. POHDINTA	27
7. LÄHTEET	29

1. JOHDANTO

Suomessa tehdään vuosittain yhteensä yli kolme miljoonaa hampaiden paikkaushoitotoimenpidettä (Hampaan paikkaushoito: Käypä hoito -suositus, 2018). Kansainvälisten arvioiden mukaan noin puolet hammaslääkärien tekemistä paikkauksista on vanhojen hammaspaikkojen uusimisia primaarikariesvaurioiden sijaan (Wilson ym. 2016). Vanhojen paikkojen uusimis- ja korjauskierre onkin sekä potilasta rasittava, että myös kansantaloudellisesti merkittävä kustannuserä, joka vie resursseja pois muusta suun terveydenhuollosta (Hampaan paikkaushoito: Käypä hoito -suositus, 2018).

Paikan kestoon ja kestävyYTEEN vaikuttavat monet tekijät, kuten esimerkiksi paikan laajuus, paikkamateriaali ja preparaatiotekniikka (Kopperud ym. 2012). Hampaan vitaliteetti vaikuttaa myös paikan kestoon, sillä juurihoidettujen hampaiden paikkojen epäonnistumisten tai paikan ongelmien ilmaantuvuus on suurempi kuin vitaalien hampaiden. Tämä johtuu juurihoidettujen hampaiden vähentyneestä murtumisvastuksesta sekä suuremmasta epäonnistumisriskistä. (van de Sande ym. 2013.)

Vaikutusta on myös paikattavan hampaan sijainnilla hammaskaarella. Molaareihin tehtyjen paikkojen vuosittainen epäonnistumisprosentti on suurempi kuin premolaareihin tehtyjen paikkojen epäonnistumisprosentti. (Laske ym. 2019; Pallesen ym. 2012; Palotie ym. 2017; van de Sande ym. 2013.) Palotien ym. tekemän tutkimuksen mukaan keskimäärin premolaareissa ja molaareissa hammaspaikan kestävyysaika on 9,9 vuotta. Lisäksi saman tutkimuksen mukaan yläleukaan tehtyt paikat kestävät takahammasalueilla pidempään kuin alaleukaan tehtyt paikat. (Palotie ym. 2017.) Paikan laajuus vaikuttaa paikan onnistumisen todennäköisyyteen, sillä mitä pienempi paikka on sitä paremmin se kestää. Tutkimuksissa onkin osoitettu, että yhden pinnan paikat kestävät paremmin kuin useamman pinnan paikkaukset ja kahden pinnan täytteiden kestävyysaika on taas pidempi kuin kolmen pinnan täytteiden. (Kopperud ym. 2012; Palotie ym. 2017.) Lisäksi esimerkiksi seurantatutkimuksessa MOD-täytteiden selviytymisprosentti kahdeksan vuoden seurannan aikana oli noin 82 %, kun taas pienempien okklusaalipinnan paikkojen selviytymisprosentti oli noin 88 % (Pallesen ym. 2012).

Potilaaseen liittyvät tekijät vaikuttavat myös paikan kestävyys. Korkean kariesriskin on todettu huonontavan hammaspaikan ennustetta. Bruksismi ja parafunktiot ovat riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa paikan kestävyys. (Laske ym. 2019; van de Sande ym. 2013.) Diagnoosi voi täten antaa viitteitä paikan ennusteesta. Korkean kariesriskin potilailla suurin osa, noin 78 prosenttia, kaikista paikkauksista johtuu karieksesta, kun taas alhaisen kariesriskin ja parafunktionaalisten toimintatavoista kärsivillä noin puolet kaikista paikkauksista johtuu lohkeamista tai kulumisesta. Lisäksi potilaan yleisterveys, parodontiumin tila ja ikä vaikuttavat kaikki suoraan hammaspaikan keston. Parodontiumin heikomman tilan, korkean iän ja potilaan heikomman yleisterveyden vuoksi vanhuksille tehtyjen restauraatioiden epäonnistumisprosentti oli tutkimuksen mukaan korkeampi kuin lapsille tai aikuisille tehtyjen restauraatioiden. (Laske ym. 2019.) Jos riskitekijöitä on useampi, paikan kestävyys huononee entisestään (van de Sande ym. 2013). Huonon suuhygienian on todettu olevan riski sekundaarikarieksen kehittymiselle. Kuitenkin on tutkittu, ettei potilaan suuhygienia eikä sukupuoli vaikuta merkittävästi muovipaikan keston premolaareissa ja molaareissa luokan II paikkauksissa. (Kopperud ym. 2012.)

Amalgaamipaikat kestävät tutkimuksien mukaan muovipaikkoja paremmin. Vuosittainen epäonnistumisprosentti yhdistelmämuovipaikoilla on noin 1–3 %. (Demarco ym. 2012; Hickel ym. 2013; Opdam ym. 2014; Pallesen ym. 2012; Kopperud ym. 2012). Amalgaamipaikoilla vastaava luku on noin 1.6 % (Kopperud ym. 2012). Ero näiden kahden paikkausmateriaalin välillä johtuu siitä, että yhdistelmämuovilla paikkaustekniikka on herkempi virheille verrattuna amalgaamipaikan tekniikkaan (Kopperud ym. 2012; Opdam ym. 2007). Lisäksi yhdistelmämuovipaikkojen on esitetty keräävän enemmän plakkia, mikä on yhteydessä sekundaarikarieksen kehitykseen (Kopperud ym. 2012). Yhdistelmämuovipaikkojen kestävyys on kuitenkin parantunut aiemmasta sekä hammaslääkäreiden lisääntyneiden yhdistelmämuovin käsittelytaitojen, että parempien materiaalien kehityksen, ja uusien kaviteetin preparointimetodien vuoksi (Kopperud ym. 2012; Opdam ym. 2007). Joka tapauksessa sekä amalgaamipaikkojen, että yhdistelmämuovipaikkojen korjaustarpeeseen johtavat syyt ovat yhteneviä ja niistä merkittävin on sekundaarikaries (Kopperud ym. 2012, Opdam ym. 2007). Bruksismista kärsivillä potilailla pääsyy yhdistelmämuovipaikkojen korjaamiselle ovat paikan fraktuurat (van de Sande ym. 2013).

Aikaisemmin vanha paikka on useimmiten uusittu, mikä tarkoittaa vanhan paikan poistamista ensin kokonaan, jonka jälkeen tilalle tehdään täysin uusi paikka. Nykyään suositeltu ja yleensä kustannustehokkaampi vaihtoehto on paikan korjaaminen, jolla tarkoitetaan paikkamateriaalin lisäämistä joko ilman preparointia tai preparoiden vanhaa paikkaa tai hampaan kovakudosta. Pelkkää paikan pintakäsittelyä tai resiini-infiltraatiota ei kuitenkaan lasketa paikan korjaukseksi. (Hickel ym. 2013.)

Paikan korjaamisessa monia hyötyjä uusimiseen verrattuna, sillä rahan lisäksi se säästää aikaa nopeampana toimenpiteenä sekä lisää paikan kestoikää (Hickel ym. 2013). Lisäksi varsinkin molaareissa vanhan yhdistelmämuovi- tai amalgaamipaikan korjaamisen paikan uusimisen sijaan on todettu pidentävän hampaan ikää (Kanzow ym. 2016). Paikan korjaaminen säästää tervettä hammaskudosta, sillä uusimisen yhteydessä sitä menetetään, jolloin myös paikan koko kasvaa ja pulpan vaurioitumisen riski suurenee. Korjaaminen onkin vähemmän invasiivinen sekä kivuttomampi toimenpide, jossa usein ei tarvita paikallispuudutusta. (Hickel ym. 2013.)

Paikan korjaaminen on aiheellista vasta silloin, kun vanhaa paikkaa ei voi enää pelastaa paikan uudelleen muotoilulla tai kiillotuksella. Useimmiten paikan korjaustarve johtuu sekundaarikarieksesta, fraktuuroista ja lohkeamista. Näiden lisäksi paikan korjaamisen kriteerit täyttyvät silloin, kun paikalla on heikko tai puuttuva kontakti viereiseen hampaaseen, purupinta ei ole enää kontaktissa vastapurijaan, paikka ei ole enää esteettisesti tyydyttävä muodoltaan, kaviteetti pitää sulkea juurihoidon jälkeen, paikan sauma on paikallisesti värjäytynyt tai saumassa on joko vajausta tai rakoa. (Hickel ym. 2013; Wilson ym. 2016.) Paikan korjaamisen kriteerit täyttyvät myös silloin, kun paikka on kulunut tai sen reuna-alueet ovat lohkeilleet rikki (Wilson ym. 2016).

Paikan uusiminen taas on suositeltavaa silloin, kun paikka on kokonaan irti, sekundaarikaries on syvä tai vaikeapääsyinen sekä kun paikan sauma on värjäytynyt syvästi ja laajasti (Hickel ym. 2013). Lisäksi koko paikka on syytä uusida silloin, kun paikan korjaaminen ei onnistu, sille on jokin kontraindikaatio, korjauksen hyödyt ovat pienemmät kuin haitat tai kun paikan vaihdolla saadaan parempi lopputulos (Wilson ym. 2016). Tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi liian laaja lohkeama tai kuluminen tai kontaktin luomisen vaikeus. Lisäksi on tärkeää huomioida päätöksenteossa

potilaan mielipide. Potilaan kokema kipu tai täysi tyytymättömyys paikkaan ovat aina indikaatioita paikan uusimiselle. (Hickel ym. 2013.)

2. ADHEESIO & RETENTIO

Adheesiolla tarkoitetaan materiaalien kiinnittymistä toisiinsa kemiallisilla vuorovaikutuksilla, kun taas retentiolla tarkoitetaan materiaalien kiinnittymistä toisiinsa mekaanisesti lukkiutumalla joko mikroskooppisesti tai makroskooppisesti. Onnistuneen korjauksen saavuttamiseksi vanhan restauroinnin ja uuden korjausmateriaalin välille on luotava näiden avulla kestävä side. Substraatin asianmukainen pintakäsittely sekä sidostusaineen ja korjausmateriaalin valinta ovat siten perusedellytyksiä. Riittävän kiinnittymisen aikaansaamiseksi vanhan paikan pintojen käsittely voidaan toteuttaa makromekaanisella tai mikromekaanisella retentiolla ja kemiallisella adheesiolla. Makromekaaninen retentio voidaan saavuttaa luomalla retentiokoloja, allemenoja tai karhentamalla pinta karkealla timanttikoralla. Mikromekaaninen retentio syntyy etsaamalla esimerkiksi fosfori- tai vetyfluorihapolla tai hiekkapuhalluksella alumiinioksidilla tai silikaattipartikkeleilla päällystetyillä alumiinioksidihiuksilla. Lisäksi kemiallinen sidos voidaan muodostaa resiinin ja epäorgaanisten täyteainehiukkasten välillä käyttämällä silaaneita tai erityisiä primereita, kuten silaania sisältävää sidosainetta. (Loomans & Özcan 2016.)

Korjauksen ulottuessa hampaan omalle kudokselle on myös huomioitava kiilteen ja dentiinin ominaisuudet. Kiillesidostaminen perustuu mekaaniseen retentioon, joka aiheutuu mikroskooppisista epäsäännöllisyyksistä hampaan pinnalla. Kiille etsataan fosforihapolla (37 %), joka liuottaa apatiittikiteet ja tekee pinnasta mikrohuokoisen ja lisäten sidostettavan pinta-alan laajuutta. (Tezvergil-Mutluay & Tjäderhane, 2011.) Dentiinin sidostaminen taas perustuu mekaaniseen retentioon kollageenisäikeisiin. Porauksen jälkeen dentiinin pinnalle ja dentiinikanavien suulle syntyy porausjätekerros. Se on poistettava, jotta sidosaineet pääsevät tunkeutumaan terveeseen dentiiniin. Fosforihappoetsaus poistaa porausjätekerroksen avaten dentiinitubuluksia ja lisäten dentiinin läpäisevyyttä. Samalla se poistaa dentiinin mineraaleja jättäen jälkeensä demineralisoidun kollageeniverkoston. Sidosaineet pääsevät avointen dentiinitubulusten sisään ja muodostavat resiinitulppia. Sidosaineiden kiinnittymisen kannalta tärkein on kuitenkin hybridikerros, joka muodostuu, kun sidosaine pääsee demineralisoidun kollageenisäieverkoston joukkoon. (Ostela & Tanner 2019.)

Muovipaikan korjauksessa käytetään esikäsitteilyainetta ja sidosmuovia. Käytössä olevat sidosmenetelmät perustuvat joko porausjätekerroksen poistoon (etsaa ja huuhto -järjestelmät) tai sen sisällyttämiseen sidospintaan (itse-etsaavat järjestelmät). Etsaa ja huuhto -järjestelmissä varsinaisen sidoksen muodostuminen perustuu mikromekaaniseen kiinnittymiseen. Itse-etsaavien sidosaineiden kohdalla porausjätekerrosta ei poisteta vaan siitä saadaan läpäisevä, jolloin mekaaninen kiinnittyminen jää heikommaksi kuin etsaa ja huuhto -menetelmää käytettäessä. Joka tapauksessa sidostusaineiden käyttö parantaa resiinipohjaisen aineen kiinnittymistä hampaan pinnalle. (Tezvergil-Mutluay & Tjäderhane, 2011.)

Kolmivaiheiset etsaa ja huuhto -järjestelmät perustuvat porauksen aikana kaviteetin pinnalle muodostuneen porausjätekerroksen poistamiseen happoetsauksella (yleensä 37 % fosforihappo) ja huuhtelulla. Happoetsaus poistaa dentiinistä porausjätekerroksen ja porausjätetulpat. Lisäksi etsaus liuottaa hampaan kiilteen apatiittikiteet ja tekee sen pinnasta huokoisen. Etsauksen jälkeen hammas huuhdellaan ja kuivataan, sekä kaviteetin pinnalle levitetään primer. Primer kostuttaa kollageenisäikeiden pinnan ja korvaa veden happokäsittelyn jälkeisen demineralisaation syvyydeltä. Primeri puustataan kevyesti kuivaksi (liuottimen haihdutus), jonka jälkeen lisätään resiini kaviteetin pinnalle. Resiinikerros ohennetaan ilman avulla ja sen jälkeen valokovetetaan. (Tezvergil-Mutluay & Tjäderhane, 2011.)

Kaksivaiheiset etsaa ja huuhto -järjestelmät perustuvat porausjätekerroksen poistoon happoetsauksen (yleensä 37 % fosforihappo) ja huuhtelun avulla. Kaksivaiheisissa etsaa ja huuhto -järjestelmissä primer ja resiini ovat kuitenkin samassa pullossa, joten järjestelmä nopeuttaa hammaslääkärin työtä ja on vähemmän tekniikkasensitiivinen kuin kolmivaiheinen. Tällöin yhden pullon primeri ja resiini levitetään, liuotin haihdutetaan ja lopuksi valokovetetaan. (Tezvergil-Mutluay & Tjäderhane, 2011.)

Itse-etsaavia sidosaineita käytettäessä kaviteetin pintaa ei tarvitse erikseen etsata ja huuhdella. Porausjätekerrosta ei huuhdota pois, vaan se muotoutuu osaksi hybridikerrosta. Lisäksi itse-etsaavien sidosaineiden funktionaalisilla monomeereilla saadaan myös kemiallista sitoutumista dentiinin apatiittiin. Yksivaiheiset itse-etsaavat sidosaineet on kehitetty ajan säästämiseksi sekä liiallisen etsaamisen ja kuivaamisen riskin vähentämiseksi. Yksivaiheissa järjestelmissä etsaus-, primeri- ja resiinikomponentit ovat samassa pullossa. Tällöin hapan primer/resiini levitetään,

liuotin aine haihdutetaan ja lopuksi valokovetetaan. On olemassa myös kaksivaiheisia itse etsaavia sidosaineita. Tällöin hapan primeri levitetään, jolloin se etsaa paljastuneen kollageeniverkon ja pohjustaa sen sidostusta varten. Tämän jälkeen liuotin haihdutetaan, pinta käsitellään sidosresiinillä ja lopuksi puustauksen jälkeen valokovetetaan. (Tezvergil-Mutluay & Tjäderhane, 2011.)

Amalgaamipaikan korjauksen yhteydessä mekaanisen sidoksen aikaansaamiseksi tulee paljastunut amalgaamipinta karhentaa esimerkiksi hiekkapuhalluksella silikatisoiduilla alumiinipartikkeleilla (Özcan & Volpato, 2016). Dentiini ja amalgaami etsataan fosforihapolla. Amalgaamin etsaus fosforihapolla kohentaa retentioastetta korjauksen jälkeen sen puhdistavan vaikutuksen takia (Loomans & Özcan, 2016.) Amalgaamipaikkaa muovilla korjattaessa kestävän sidoksen aikaan saamiseksi amalgaamipinta on valmisteltava ja käsiteltävä adheesiota lisäävillä aineilla ennen yhdistelmämuovin lisäämistä. Silaania sisältävää sidosainetta voi lisätä amalgaamipinnalle ja primeria dentiinille, sillä ne saavat aikaan kestävän sidoksen amalgaamiin, mutta lisäksi amalgaamityyppi vaikuttaa sidoslujuteen. Opaakkia resiiniä voidaan lisätä silanisoidulle amalgaamipinnalle, jos paikasta halutaan esteettisempi. Adhesiivia laitetaan kaikille pinnoille. (Özcan & Volpato, 2016.)

Keraamisten paikkojen korjauksessa keraamisten rakenteiden sidostaminen vaihtelee keraamityypin mukaan. Erilaisia keraamipintojen esikäsittelymenetelmiä on useita. Ensimmäinen on kemiallinen fluorivetyhappoetsaus tai muu vastaava esikäsittely. Fluorivetyhappoetsaus liuottaa posliinien ja lasikeraamien lasimatriisia saaden aikaan mikrohuokoisen pinnan, joka parantaa kestävän liitoksen vaatimaa mikromekaanista sidosta eli retentiota. Toinen kemiallinen esikäsittelyvaihtoehto on itse-etsaavan keraamin esikäsittelyaineen käyttö, etsaus happamoidulla fosfaattifluoridilla tai etsaus ammoniumvetyfluoridilla. Keraami voidaan esikäsitellä myös fysikaalisesti, esimerkiksi hiekkapuhaltamalla alumiinioksidijauheella. Tämä parantaa kiinnitystä luomalla karhennetun pinnan retentiolle sekä toisaalta mahdollistaa puhtaan pinnan, jolla on suuri vapaa pintaenergia ja pieni pintajännitys. Keraami voidaan esikäsitellä myös hiekkapuhaltamalla käyttäen piidioksidipäälysteisiä alumiinioksidihiukkasia, jonka jälkeen keraaminen pinta on silanoitava. Silaani kostuttaa hiekkapuhalletun pinnan ja muodostaa runsaasti piidioksidia sisältävään pintaan voimakkaan kemiallisen sidoksen. (Benetti ym. 2019.)

3. YHDISTELMÄMUOVIPAIKAN KORJAUS

Yhdistelmämuovien eli komposiittien kehitys lähti tarpeesta saada hampaan värisiä ja suussa kovettuvia täytemateriaaleja. Aluksi yhdistelmämuoveja käytettiin pääasiassa etuhammastäytteisiin, mutta 1980-luvulla yhdistelmämuovien käyttö paikkausmateriaalina yleistyi myös takahammasalueilla nykyaikaisten yhdistelmämuovien kehityttyä. (Vallittu, 2019.) Nykyään yhdistelmämuovipaikkoja käytetään sekä pysyvien hampaiden että maitohampaiden korjaukseen (Hampaan paikkaushoito: Käypä hoito suositus, 2018). Yhdistelmämuovit koostuvat polymeerimatriksista, ja sitä lujittavista kvartsi- tai zirkoniahiukkasista. Bowenin resiini on yleisimmin yhdistelmämuovissa käytetty monomeeri. Myös uraanimetakrylaatit ovat paljon käytettyjä monomeereja. Polymeerimatriksia lujittavat lasihiukkaset ovat kooltaan 10 nm – 35 µm. Nykyään yhdistelmämuovit jaotellaan useaan eri luokkaan sen mukaan, kuinka suuria lujitehiukkasia niissä käytetään. Flow-muovin ja täpättävän yhdistelmämuovin erona on, että flow-muovissa lujitehiukkaspitoisuus on alhaisempi. Tämän takia flow-muovit eivät kestä kulutusta yhtä hyvin kuin täpättävät yhdistelmämuovit. (Vallittu, 2019.)

Yhdistelmämuoveissa polymeerimatriksi on ennen kovettumistaan monomeerimuodossa, jolloin reagoimiskykyiset monomeerit eivät ole vielä aktivoituneet liittymään toisiinsa. Monomeerien aktivointi eli polymerisaatio tapahtuu joko katalyytin avulla (autopolymerisaatio) tai valoherkän initiaattorin avulla. Tämän perusteella yhdistelmämuovit jaetaan kemialliskovetteisiin ja valokovetteisiin. Monomeerien polymerisoitumisesta aiheutuu kovettumiskutistuma, joka on nykymateriaaleilla noin kaksi tilavuusprosenttia. Kovettumiskutistuma aiheuttaa epäedullisia ilmiöitä, kuten saumavuotoa muovipaikan ja hampaan pinnan välille, mikrofraktuuroita ja post-operatiivisia tunteuksia hampaassa. Kovettumiskutistumaa voi hallita lisäämällä yhdistelmämuovin pienissä erissä. (Vallittu, 2019.)

Yhdistelmämuovipaikan korjauksen syyt ovat useimmiten sekundaarikaries ja fraktuurat. Yhdistelmämuovipaikka joudutaan korjaamaan myös sitä todennäköisemmin, mitä nuorempi potilas on ja mitä enemmän paikattavia kariesleesioita samalla potilaalla on sekä mitä lähemmäs pulpaa kaviteetti on täytynyt preparoida. (Pallesen ym. 2012; Kopperud ym. 2012.) Korjaava hoito tehdään yhä

uusimalla vanha paikka kokonaan, mikä aiheuttaa kuitenkin usein tarpeettoman suurta hammaskudoksen menetystä (Hickel ym. 2013). Puutteellisen paikan voi myös korjata poistamatta vanhaa paikka-ainesta kokonaan. Yhdistelmämuovipaikan korjaaminen paikan uusimisen sijasta on yleensä nopeampaa, ja se voidaan suorittaa usein myös ilman puudutusta. Ilman puudutusta tehtävä toimenpide on potilaalle yleensä vähemmän kuormittava. (Sharif ym. 2014.) Korjattu yhdistelmämuovipaikka aikuisella saattaakin kestää yhtä kauan kuin kokonaan uusittu paikka (Hampaan paikkaushoito: Käypä hoito -suositus, 2018).

Ennen muovipaikan korjauksen aloittamista hammas eristetään tarvittaessa kofferdamin avulla (Kanzow ym. 2019; Hickel ym. 2013). Kofferdamin asettamisen jälkeen korjattava alue preparoidaan. Tämän jälkeen paikan pinta muotoillaan ja karhennetaan timanttikoralla, sekä esimerkiksi ilma-abraasiolla tai hiekkapuhaltamalla alumiinioksidijauheella biofilmin poistamiseksi ja makromekaanisen kiinnityksen parantamiseksi (Hickel ym. 2013). Seuraavaksi tapahtuva paikan pinnan silaanikäsittely tai silaania sisältävän sidosaineen käyttäminen antaa suuremman sidoslujuuden, kuin käyttämällä pelkkää fosforihappoetsausta ennen sidosmuovin annostelua (Hickel ym. 2013; Hampaan paikkaushoito: Käypä hoito -suositus, 2018). Vetyfluorihapon käyttöä ei suositella muovipaikan korjauksen yhteydessä (Kanzow ym. 2019; Hickel ym. 2013). Sidoslujuuden suuruus riippuu restauraatiossa käytetystä materiaalista, sekä siitä, mitä materiaalia alkuperäinen paikka on (Baur & Ilie, 2013).

Yhdistelmämuovipaikan korjauksen vaiheet:

1. Määritä korjattava alue ja huomioi fraktuuralinjat.
2. Eristä alue kofferdamin avulla.
3. Preparoi korjattava alue turbiiniin liitettävällä timanttiporalla.
4. Tarvittaessa karhenna kaviteetin pinnat esimerkiksi hiekkapuhaltamalla alumiinioksidijauheella.
5. Etsaa kiille ja paikan pinta fosforihapolla 15–30 sekuntia. Dentiinin etsaus valitun sidosainejärjestelmän mukaisesti.
6. Sidosta.
7. Lisää valittua paikka-ainetta ja valokoveta.
8. Poista kofferdam.
9. Viimeistele ja kiillota.

(Hickel ym. 2013.)

4. AMALGAAMIPAIKAN KORJAUS

Amalgaamia on käytetty hampaiden paikkaukseen jo yli 180 vuotta ja se on maailmalla eniten käytetty paikkausmateriaali (Warwick ym. 2019). Amalgaamia käytettiin ensin hopeapastana 1826, mutta tasapainotetun paikka-aineeksi sopivan amalgaamin kehitti 1895 G.V. Black (Aho, 2020). Nykyään teollisuusmaissa amalgaamin käyttö vähentynyt, mutta kehitysmaissa sen käyttö kasvaa edelleen (Warwick ym. 2019). Amalgaamipaikat ovat kestäviä ja etenkin takahampaissa ne ovat pitkäikäisempiä sekä niissä tavataan vähemmän sekundaarikariesta verrattuna yhdistelmämuovipaikkoihin (Moraschini ym. 2015).

Hammasamalgaami on metallilejeerinki, jossa on noin puolet elohopeaa ja puolet perusmetallia (Warwick ym. 2019). Amalgaami valmistetaan sulattamalla yhteen hopeaa, tinaa, kuparia ja sinkkiä, joka jauhetaan koneellisesti rakeiksi tai pallomaisiksi hiukkasiksi. Yleisimmin amalgaamijauheessa on sekä rakeisia että pallomaisia hiukkasia. Amalgaamijauhe sekoitetaan elohopeaan, jolloin elohopea imeytyy jokaisen hiukkasen pintaan ja muodostaa reaktiokerroksen. Kovettuminen jaetaan kahteen vaiheeseen. Ensimmäisessä kiteytymisreaktio tapahtuu erikseen jokaisen hiukkasen kohdalla ja vapaa elohopea erottaa hiukkaset toisistaan. Toisessa vaiheessa reaktioalue laajenee, ja kovettuneet osat tarttuvat toisiinsa. Elohopean kuluessa loppuun reaktio pysähtyy, eikä kovettuneessa amalgaamissa enää esiinny elohopeaa suun olosuhteissa. (Seppä 2019.)

Amalgaamipaikkojen korjaamisen yleisimmät syyt ovat sekundaarikaries ja fraktuurat amalgaamia ympäröivässä hammaskudoksessa (Hickel ym. 2013; Özcan & Volpato, 2016). Amalgaamipaikkojen kohdalla yleisin korjaava toimenpide on edelleen paikan korvaaminen kokonaan uudella paikalla. Muita vaihtoehtoja amalgaamipaikkojen uusimiselle ovat paikan korjaus, pinnoitus tai paikan pinnan muotoilu ja kiillotus. Korjatun paikan kestävyys on toimenpiteen jälkeen yhtä suuri, kuin kokonaan uusitun paikan. (Hickel ym. 2013.) Amalgaamipaikan korjaus ei kuitenkaan ole aina yhtä kustannustehokasta kuin yhdistelmämuovipaikan korjaus verrattuna niiden uusimiseen. Ennen laajan sivu- ja taka-alueen amalgaamipaikan purkamista tulee tarkoin arvioida, onko hammas vielä paikattavissa suoran tekniikan paikalla vai vaatiiko luotettava korjaus epäsuoran paikan valmistusta tai hampaan kruunutusta. (Kanzow ym. 2013.)

Maailmalla amalgaamipaikkoja korjataan yhä amalgaamilla, jolloin vaurioitunut hammaskudos poistetaan ja jäljellä olevaan amalgaamiin tehdään retentiivinen preparointi. Näin korjattu amalgaamipaikka on yhtä kestävä kuin kokonaan uusittu amalgaamipaikka. (Moncada ym. 2015.) Suomessa amalgaamipaikkoja ei enää korjata amalgaamilla, sillä sen käytöstä on suurelta osin jo luovuttu. Kansainvälisten sopimustenkin mukaan amalgaamin käyttöä paikkauksissa pyritään vähentämään minimiin ja lopettamaan kokonaan vuoteen 2030 mennessä amalgaamin sisältämän elohopean vuoksi. (Hampaan paikkaushoito: Käypä hoito -suositus, 2018.)

Amalgaamipaikan korjaus yhdistelmämuovilla on suositeltu ja vähemmän invasiivinen toimenpide sekä parempi vaihtoehto kuin vastaava korjaus amalgaamilla (Hickel ym. 2013). Ennen kuin amalgaamipaikkaa aletaan korjaamaan yhdistelmämuovilla, on tarkistettava, ettei korjattava kohta ole haitallisesti purentakontaktissa. Tämän jälkeen tulee määrittää vahingoittunut korjattava alue ja huomioida mahdolliset fraktuuralinjat. Alue eristetään kofferdamin avulla, jotta vältetään sylkikontaminaatio ja kosteuden pääsemisen kaviteettiin sidostamisen työvaiheissa. Eristyksen jälkeen korjattava pinta puhdistetaan hohkakivijauheella tai fluorittomalla pastalla, jotta epäpuhtaudet tulevat pois paremman adheesion saamiseksi yhdistelmämuoville. Preparoinnin jälkeen tehdään viisteet kiilteeseen timanttikoralla, koska viistetty kiille paljastaa enemmän kiilleprismoja ja se on suotuisampi etsaustapa mikromekaaniselle retentiolle sekä häivyttää yhdistelmämuovin ja hampaan välisen rajan. Paljastunut amalgaamipinta karhennetaan esimerkiksi hiekkapuhalluksella silikanisoiduilla alumiinipartikkeleilla, sillä karhea pinta on välttämätön mekaaniselle sidokselle. Kuitenkaan pelkkä karhennus yksin ei määrää sidoslujutta muovin ja vanhan amalgaamipaikan välillä. Kiille sekä sidosainejärjestelmän mukaan dentiini etsataan 35 prosenttisella fosforihapolla, jota seuraa huuhtelu ja kuivaus. (Özcan & Volpato, 2016.) Amalgaami etsataan myös, sillä vaikka fosforihapolla ei ole suoria vaikutuksia pinnan ominaisuuksiin metalleissa toisin kuin kiilteessä ja dentiinissä, fosforihapolla on kuitenkin suotuista vaikutus retentioasteeseen korjauksen jälkeen sen puhdistavan vaikutuksen takia (Loomans & Özcan, 2016).

Amalgaamipaikkaa yhdistelmämuovilla korjattaessa kestävän sidoksen aikaan saamiseksi amalgaamin pinta on valmistettava ja käsiteltävä adheesiota lisäävillä

aineilla ennen muovin lisäämistä. Kiille ja dentiini vaativat erilaiset pintakäsittelyt amalgaamiin verrattuna. Silaania sisältävä sidosaine lisätään amalgaamipinnalle ja primeria dentiinille, sillä ne saavat aikaan kestävän sidoksen amalgaamiin, mutta lisäksi amalgaamityyppi vaikuttaa sidoslujuteen. Sondin avulla voidaan tarvittaessa lisätä ohut kerros opaakkia resiiniä silanisoidulle amalgaamipinnalle ja valokovettaa sitä 120 sekuntia, jos halutaan saada paikasta esteettisempi, jotta amalgaami ei näkyisi muovikerroksen läpi. Pitkä valokovetus aika johtuu opaakin resiniin sisältämästä pigmentistä. Adhesiivia laitetaan kaikille pinnoille, poistetaan ylimäärät ja valokovetetaan 20 sekuntia. Yhdistelmämuovi lisätään kerroksittain, jotta vältetään kovettumiskutistumasta johtuvat ongelmat. Korjauksen lopuksi kofferdam poistetaan ja paikka viimeistellään purentaan sekä kiillotetaan. (Özcan & Volpato, 2016.)

Amalgaamipaikan korjauksen vaiheet:

1. Tarkista, että restauroitava paikka ei ole haitallisesti purentakontaktissa.
2. Määritä vahingoittunut korjattava alue ja huomioi mahdolliset fraktuuralinjat.
3. Eristä alue kofferdamin avulla.
4. Puhdista korjattava pinta hohkakivijauheella tai fluorittomalla pastalla.
5. Preparoi korjattava alue ja viimeistele kiille punaisella samettiporalla.
6. Karhenna amalgaamipaikan pinta esimerkiksi hiekkapuhalluksella.
7. Etsaa kiille ja paikan pinta fosforihapolla 15–30 sekuntia. Dentiinin etsaus valitun sidosainejärjestelmän mukaisesti. Huuhtelee ja kuivaa.
8. Sidosta
 - a. Lisää silaania (primeri) amalgaamipinnalle ja jätä se reagoimaan minuutin ajaksi.
 - b. Lisää primeria dentiinille 15 sekunnin ajan.
 - c. (Lisää tarvittaessa sondin avulla ohut kerros opaakkia resiiniä amalgaamipinnalle, joka on silanisoitu. Valokoveta 120 sekuntia.)
 - d. Lisää adhesiivi. Kuivaa ja valokoveta 20 sekuntia.
9. Applikoi valittua paikka-ainetta ja valokoveta 40 sekuntia.
10. Poista kofferdam.
11. Viimeistele ja kiillota.

(Özcan & Volpato, 2016.)

5. KERAAMISTEN RESTAURAATIOIDEN KORJAUS

Keraamisia materiaaleja on jo 1700-luvulta saakka käytetty korjaavassa ja proteettisessa hammashoidossa. Ne ovat kehittyneet pitkän historiansa aikana luonnonmineraaleista valmistetuista ja hauraista materiaaleista nykyaikaisiksi lujiksi synteettisiksi keraameiksi. 2000-luvun aikana sekä materiaalien että keraamien valmistustekniikoiden kehitys on ollut nopeaa. Keraamien valmistamisesta käsityönä on siirrytty tietokoneavusteiseen suunnitteluun ja valmistukseen (CAD/CAM). Kehitystyö jatkuu kuitenkin kiivaana edelleen. Nykyään hammaskeraamien kehitystyön tavoitteena on lisätä materiaalien taivutuslujuutta, parantaa niiden estetiikkaa entisestään, parantaa keraamisten restauraatioiden tarkkuutta sekä kehittää sementointimenetelmiä. (Gjerdet ym. 2019.)

Nykyiset hammashoidossa käytettävät keraamit muodostavat sekalaisen ryhmän materiaaleja, joiden optiset ja mekaaniset ominaisuudet eroavat huomattavasti toisistaan. Kaikki keraamit ovat epäorgaanisia kiinteitä materiaaleja, jotka koostuvat oksidoituneista metalleista ja epämetalleista. Ne voivat olla esiintymismuodoltaan kiteisiä, amorfisia tai näiden yhdistelmiä. Kiteiset keraamit ovat kovia, ja niiden sulamispiste on korkea. Amorfiset keraamit eivät ole järjestäytyneet kiderakennemuotoon, vaan ne ovat laseja, jotka koostuvat piidioksidin ja muiden oksidien seoksesta poltettaessa korkeassa lämpötilassa. Perinteiset hammaskeraamit pohjautuvat maasälpään, kvartsiin ja kaoliiniin, jotka poltetaan korkeassa yli 870 °C lämpötilassa. Keraamit voivat koostua yhdestä tai useammasta ainesosasta. Hammaslääketieteessä useammasta ainesosasta koostuvia keraameja ovat mm. kaliumoksidi, alumiinioksidi, kalsiumoksidi, natriumoksidi ja maasälvät sekä silikaatit, joista tärkein on piidioksidi. (Laurila ym. 2016.)

Hammaskeraamien etuja ovat niiden luonnollinen ulkonäkö, kovuus, lujuus ja kemiallinen stabiliteetti. Lisäksi keraamien lämpölaajenemiskertoimet ovat lähellä dentiinin ja kiilteen lämpölaajenemiskertoimia. Hammaskeraamit ovat kuitenkin alttiita haurasmurtumille, sillä niillä on alhainen murtositkeys, taivutuslujuus ja iskunkestävyys. (Laurila ym. 2016.) Myös keraamirakenteisiin jääneet virheet, kuten esimerkiksi materiaaliin jääneet huokokset tai säröt, voivat aiheuttaa halkeamia. Keskeistä hampaiden restauraatioissa käytettävissä keraameissa onkin niiden kyky vastustaa halkeaman etenemistä. (Gjerdet ym. 2019.)

Hammaslääketieteessä keraamista voidaan tehdä kruunuja, laminaatteja, siltoja sekä onlay- ja inlaytäytteitä (Loomans & Özcan 2016). Keraamista paikkaa käytetään useimmiten suun ulkopuolella valmistettujen laajojen, kolmen tai useamman pinnan täytteiden, materiaalina varsinkin molaarialueella. Keraamisten epäsuoralla tekniikalla valmistettujen paikkojen on todettu olevan pitkäikäisiä. Epäsuorien keraamisten täytteiden etuina suoran menetelmän täytteisiin ovat hampaan anatomisen muodon toistettavuus suurissa vaurioissa, sekä hyvien kontaktien luominen hammasvälipinnoille. (Hampaan paikkaushoito: Käypä hoito -suositus, 2018.)

Keraamisten paikkojen korjauksen yleisimmät syyt ovat paikan fraktuurat ja lohkeamat (Tokar ym. 2019). Keraamiset fraktuurat johtuvat yleensä traumasta tai keraamisen paikan valmistusvaiheen virheestä, kuten esimerkiksi uunin hitaasta jäähtymisestä, rungon anatomisesta tuesta, puutteellisesta rungon ja viilun eli ohuen päällysteen osuudesta, puutteellisista polttomenetelmistä, rungon ja viilukeramiikan lämpölaajenemiskertoimien yhteensopivuuden puutteesta tai keraamin väsymisestä. Potilaan on parafunktionaaliset tavat lisäävät myös keraamisten täytteiden fraktuuroiden ja murtumien muodostumisriskiä. (Loomans & Özcan 2016.) Fraktuuroita voi aiheutua myös virheellisen hoitosuunnitelman takia, jolloin materiaalia käytetään epäasianmukaisesti erityisesti purennan suhteen tai keraamiselle paikalle ei ole tehty riittävästi tilaa. Lisäksi sekundaarikaries aiheuttaa keraamisiin restauraatioihin korjaustarvetta. (Hickel ym. 2013.)

Keraamisen paikan korjaaminen voi olla järkevämpää kuin koko paikan poisto, sillä koko paikan poistaminen voi vaurioittaa jäljellä olevaa hammasta tai proteesin tukihammasta. Keraamisten siltojen frakturoituessa tulisi harkita niiden korjausta uuden sillan rakentamisen sijaan. Korjaaminen on potilaalle halvempaa, vähemmän proteesia kannattelevaa hammasta kuluttavaa sekä vähemmän hoitokertoja vaativa toimenpide. (Mohammed ym. 2013.)

Hammaskeraamit jaetaan kolmeen ryhmään: maasälpäposliineihin eli posliineihin, partikkelitäytteisiin lasihin eli lasikeraameihin sekä täysin kiteisiin keraameihin eli oksidikeraameihin. Näiden ryhmien materiaalit eroavat toisistaan niin sidostusominaisuuksiensa kuin lujuutensa suhteen. Keraamiset hammasrakenteet voivat olla tehty vain yhdestä materiaalista, jolloin niitä kutsutaan monoliiteiksi, tai ne voivat olla kerrostettuja restauraatioita. Tällöin ne muodostuvat runkomateriaalista,

jonka pintaan on kerrostettu toista keraamia, kuten esimerkiksi zirkoniarunko, jonka päällä on posliinipinta. (Gjerdet ym. 2019.)

5.1 Maasälpäposliinit ja lasikeraamit

Maasälpäposliinit koostuvat pääosin lasista, vaikka niitä kutsutaankin posliineiksi. Niiden valmistustekniikkana on joko käsin kerrostus, puristus tai jysrintä. Maasälpäposliinit ovat estetiikaltaan erinomaisia, mutta niiden lujuus ja mekaaniset ominaisuudet ovat heikkoja. Posliinit tarvitsevatkin metallista tai lujasta keraamista rakennetun ydinrakenteen, tai niistä voidaan valmistaa suoraan hampaan pintaan kiinnitettäviä posliinikuoria. Ilman ydinrakennetta tai hampaan tukea maasälpäposliinirakenteet eivät kestä purentapainetta rikkoutumatta. Maasälpäposliineja käytetään hammashoidossa esimerkiksi posliinipinnoitteissa ja sidostettavissa monoliittisissa kruunuissa. Posliinien sidostus yhdistelmämuovisementteillä on helppoa niiden korkean lasipitoisuuden ansiosta, tämän takia maasälpäposliinista valmistettu hammas on helppo korjata suoraan potilaan suussa. (Laurila ym. 2016.)

Lasikeraamit koostuvat amorfisesta lasista sekä sitä lujittavista kiteistä. Hammaslääketieteessä käytetyt lasikeraamit on lujitettu leusiitti- ja litiumdisilikaateilla. Lasikeraamia, mihin on lisätty leusiitti- ja litiumdisilikaattipartikkeleita, kutsutaan lujitetuksi lasikeramiaksi. Täytepartikkelit voivat olla joko kiteisiä partikkeleita tai lasipartikkeleita, joilla on hyvin korkea sulamispiste. Lujitetun lasikeramian mekaanisia ja ulkonäöllisiä ominaisuuksia on pyritty parantamaan perinteiseen lasikeramiaan verrattuna. Lasikeraamien valmistustekniikkana on puristus, valu tai jysrintä. Lasikeraameja käytetään hammashoidossa esimerkiksi pinnoitteisiin, sidostettaviin monoliittisiin kruunuihin, kaksikerroksisiin restauraatioihin sekä lyhyisiin etualueen siltoihin. Lujitettua lasikeraamia käytetään erityisesti kiinteässä protetiikassa runkorakenteen pinnoitusmateriaalina ja monoliittisena materiaalina. Lasikeraamit sopivat esteettisten alueiden restauraatioihin hyvien optisten ominaisuuksiensa vuoksi. Myös mekaaniset ominaisuudet, lujuus ja sidostuvuus hampaan rakenteisiin yhdistelmämuovisementtien avulla ovat hyviä. (Laurila ym. 2016.)

Posliini- tai lasikeraaminen paikka voidaan korjata intraoraalisesti yhdistelmämuovilla. Vanhan keraamisen paikan pinta käsitellään silaanilla tai silaania sisältävällä

sidosaineella. Retentiota voi lisätä karhentamalla paikan pintaa karhealla timanttikoralla, sekä tekemällä retentiokoloja, uria tai allemenoja. (Hampaan paikkaushoito: Käypä hoito -suositus, 2018.) Huomioitavaa korjauksessa on, että vetyfluoridi ei saa olla kontaktissa kiilteeseen tai dentiiniin, eikä ihoon tai limakalvoon, joihin kosketuksessa ollessaan se voi aiheuttaa kudoksetuhoja. Kuitenkin vetyfluoridin etuna on, että se että sen avulla saadaan lasiosaa liuottamalla parannettua sidoksen mikromekaanista retentiota. Keraamisia paikkoja ja proteeseja voi korjata myös ekstraoraaalisesti. (Loomans & Özcan 2016.)

Posliinisen ja lasikeraamisen restauraation korjauksen vaiheet intraoraalisesti:

1. Määritä korjattava, frakturoitunut alue.
2. Puhdista vanhan paikan pinta fluorittomalla pastalla tai hohkakivijauheella.
3. Poista keraamisen pinnan lasitus korjattavan alueen reunoilta samettitimantilla vesijäähdytyksessä ja viimeistele pinta.
4. Eristä korjattava alue vanurullilla tai kofferdamilla.
5. Käsittele korjattavan paikan pinta
 - a. Karhenna korjattavan alueen pinta hiekkapuhaltamalla alumiinioksidijauheella, huuhtelee ja kuivaa pinta kauttaaltaan. Tämän jälkeen etsaa keraamin reunat vetyfluorihapolla 20–90 s valmistajan ohjeen mukaisesti. Huuhtelee (kunnon vesipesu) vähintään 60 sekuntia ja kuivaa.

TAI

- b. Jos vetyfluorihappoa (HF) ei haluta käyttää intraoraalisesti, hiekkapuhalla alumiinioksidijauheella korjattavan alueen pinnat, huuhtelee ja kuivaa.
6. Levitä silaania sisältävä sidosaine (keramian esikäsittelyaine "ceramic primer") korjattavalle alueelle ja kuivaa hellästi.
7. Tarpeen vaatiessa peitä metallipinta opaakilla resiinillä ja valokoveta.
8. Levitä sidosaine korjattavalle alueelle, kuivaa ja valokoveta.
9. Lisää yhdistelmämuovi korjattavalle alueelle kerroksittain, valokoveta jokainen kerros erikseen.
10. Viimeistele ja kiillota.

(Loomans & Özcan 2016; Mohammed ym. 2013.)

5.2 Oksidikeraamit

Zirkonia ja alumina kuuluvat oksidikeraamien ryhmään. Niiden valmistustekniikkana on pääasiassa jyrsintä. Oksidikeraamit ovat kestävimpiä keraamisia hammasrakenteita, ja stabilisoitua zirkoniaa voidaan käyttää jopa takahammasalueiden pitkissä siltarakenteissa, joissa purentavoimat ovat suuria. Zirkonian esteettisyys vaihtelee sen mukaan, onko se erittäin läpikuultavaa, läpikuultavaa vai ydin- tai runkorakenteena käytettävää. Kuitenkaan erittäin läpikuultavakaan zirkonia ei estetiikaltaan yllä lasikeraamien ja posliinin tasolle. Zirkoniaa käytetään esimerkiksi kaksikerroksisten restauraatioiden runkorakenteissa, monoliittisissa restauraatioissa, siltaproteeseissa ja pintakiinnitteisissä vapaapäätteisissä silloissa etualueella. Alumina ei ole enää juurikaan käytössä hammasrestauraatioissa. Oksidikeraamien sidostus perustuu suurimmaksi osaksi mekaaniseen retentioon. (Gjerdet ym. 2019.)

Oksidikeraamit ovat monikiteisiä, lujia keraameja ja niissä ei ole lasifaasia. Ne ovat siten haponkestäviä, eikä niitä pysty helposti etsaamaan fluorivetyhapolla. Perinteisten ja läpikuultavien zirkonia-rakenteiden sidostus ilman esikäsitteilyä on mahdollista, mutta pinnan fysikaalinen esikäsitteily hiekkapuhaltamalla on suositeltavaa. Jos esikäsitteilyä tai hiekkapuhallusta ei tehdä, käytetään zirkoniarakenteiden sidostukseen 10- metakryloyylioksidekyylidivetyfosfaattia sisältävää yhdistelmämuovisementtiä. (Benetti ym. 2019.) Zirkoniarakenteissa yleisin komplikaatio on pintaposliinin lohkeaminen (Pjetursson ym. 2015).

Zirkoniarakenteen korjauksen vaiheet:

1. Puhdista alue käyttäen fluoritonta pastaa tai hohkakivijauhetta.
2. Viimeistele korjattavan alueen reunat samettitimantilla.
3. Käsittele korjattavan alueen pinta
 - a. Hiekkapuhalla zirkonian pintaa 20 sekunnin ajan, huuhtelee runsaalla vedellä ja kuivaa kauttaaltaan. Etsaa kerrostettu posliinipinta, vetyfluorihapolla 20–90 sekuntia, valmistajan ohjeiden mukaisesti. Huuhtelee 60 sekuntia ja kuivaa.
 - TAI
 - b. Hiekkapuhalla sekä zirkonian että keraamin pinta, pese ja huuhtelee runsaalla vedellä sekä kuivaa.
4. Levitä silaania keraamiselle pinnalle, kuivaa hellästi.
5. Lisää resiini zirkoniale ja keraamiselle pinnalle, puustaa kuivaksi ilmalla ja valokoveta.
6. Lisää yhdistelmämuovi korjattavalle alueelle kerroksittain, valokoveta jokainen kerros erikseen.
7. Viimeistele ja kiillota

(Loomans & Özcan 2016.)

5.3. Metallokeräämiset restauraatiot

Metallokeramialla tarkoitetaan keraamipintaista metallirunkoista rakennetta. Usein metallokeramiasta on tehty kruunuja ja siltoja, sillä ne ovat lujia ja toimintavarmoja. Kuitenkin metallirunkoisiin rakenteisiin liittyy ongelmia, sillä ne eivät aina täytä nykyisiä esteettisiä vaatimuksia. Metalli saattaa kruunujen reunoilla posliinipinnoituksesta huolimatta aiheuttaa epäluonnollisen harmaan vaikutelman. Metalli ei myöskään läpäise valoa, joten metallokeramialla voi olla haastavaa saada aikaan luonnollisiin hampaisiin kuuluvaa läpikuultavuutta. Lisäksi kruunun tai sillan rungon valmistus valamalla on menetelmänä virheille altis. Allergiset reaktiot ovat myös mahdollisia metallokeräämisissä restauraatioissa, sillä metalliseoksissa yleisesti käytetty kulta saattaa niitä aiheuttaa. (Laurila ym. 2016.)

Metallokeräämisten restauraatioiden korjaus voidaan tehdä joko intraoraalisesti tai ekstraoraalisesti. Intraoraaliset korjaukset tehdään kokonaan potilaan suussa yhdellä hoitokäynnillä. Se on helppo, edullinen ja nopea tapa korjata rikkoutunut metallokerääminen rakenne esteettiseksi ja toimivaksi. Intraoraalisella korjauksella saadaan riittävä sidos käyttämällä silaania sisältävää sidosainetta ja silaanin kykyä kosteuttaa keraamin pinta siten, että muovikomposiitti voi sidostua siihen. Intraoraalisen korjaustavan haittapuolia ovat muutokset yhdistelmämuovin värissä ja kulumisen ajan saatossa, sekä huonon sidoslujuuden muodostuminen kantavilla, heikentyneillä ja liukoisilla sidosalueilla. (Mohammed ym. 2013.)

Metallokeräämisten rakenteiden intraoraalisia korjaustekniikoita on kolme: lohjenneen keraamipalan uudelleen sidostaminen paikoilleen, lohjenneen posliinin korjaus yhdistelmämuovilla sekä lasikuitukankaan käyttö metallokeräämisen fasadin korjauksessa. Keraaminen osan lohkeaminen metallokeräämisen rakenteen pinnasta johtuu usein keraamisen rakenteen väsymisestä ja ylikuormituksesta purennan liikkeiden aikana. Lohkeama voidaan korjata kiinnittämällä lohjennut keraaminen pala takaisin metallokeräämiseen pintaan. Tutkimusten perusteella rikkoutuneen metallokeräämisen fasadin korjaus käyttäen lasikuitukangasta johtaa yhtä suureen kuormituskestävyyteen, kuin intaktilla kruunulla on. Lasikuitukankaan käytöstä metallokeräämisen fasadin korjauksen apuna tehdään kuitenkin vielä klinisiä tutkimuksia. Suun sisällä tehtävien metallokeräämisten fasadien korjauksia pidetään

kuitenkin väliaikaisina ratkaisuina, jotka antavat tyydyttävän estetiikan ja toiminnallisen funktion 2–3 vuoden ajaksi. (Mohammed ym. 2013.)

Lohjenneen keraamisen fragmentin kiinnittäminen paikoilleen

1. Määritä korjattava alue.
2. Testaa lohjenneen fragmentin istuvuus suussa olevaan metallokeraamiseen rakenteeseen.
3. Muotoile lohjenneen fragmentin tai suussa olevan metallokeraamisen kruunun pintaa tarvittaessa.

Vaiheita 4 & 5 tulee noudattaa valmistajan ohjeiden mukaisesti:

4. Valitse oikea väri kaksoiskovetteiselle yhdistelmämuovisementille. Eristä korjattava alue. Sekä lohjenneen fragmentin, että suussa olevan metallisen pinnan happokäsittely posliiniconditionerilla.
5. Levitä silaani kaikille pinnoille, silaatin levityksen jälkeen resiinin levitys ja valokovetus.
6. Lisää komposiittiresiini eli kaksoiskovetteinen yhdistelmämuovisementti metallokeraamiseen rakenteeseen ja keraamiseen fragmenttiin.
7. Aseta fragmentti paikoilleen metallokeraamista rakennetta vasten, poista ylimäärämuovit, valokoveta ja tarkista purenta.
8. Viimeistele ja kiillota.

(Loomans & Özcan 2016; Mohammed ym. 2013.)

Lohjenneen metallokeraamisen rakenteen korjaus yhdistelmämuovilla

1. Määritä korjattava, frakturoitunut alue.
2. Poista keraamisen pinnan lasitus korjattavan alueen reunoilta samettitimantilla vesijäähdytyksessä ja viistä pinta.
3. Eristä korjattava alue vanurullilla tai kofferdamilla
4. Karhenna korjattavan metallin pinta hiekkapuhaltamalla alumiinioksidijauheella, huuhtelee ja kuivaa pinta kauttaaltaan.
5. Etsaa vain keraamin reunat vetyfluorihapolla valmistajan ohjeen mukaisesti.
Huuhtelee ja kuivaa
6. Levitä silaania sisältävä sidosaine (ceramic primer) korjattavalle alueelle ja kuivaa hellästi.
7. Peitä metallipinta opaakilla resiinillä ja valokoveta.
8. Levitä sidosaine paljastuneelle tai lohjennelle alueelle, puhalla ja valokoveta.
9. Lisää yhdistelmämuovi korjattavalle alueelle kerroksittain, valokoveta jokainen kerros erikseen.
10. Viimeistele ja kiillota.
11. Tarkasta purenta.

(Loomans & Özcan 2016; Mohammed ym. 2013.)

Lasikuitukankaan käyttö metallokeraamisen fasadin korjauksessa.

1. Määritä korjattava alue.
2. Tee makroskooppinen retentio eli vertikaalisia uria korjattavan alueen pintaan käyttäen timanttiporaa.
3. Tee mikroskooppinen retentio korjattavan alueen pintaan käyttäen hiekkapuhallinta tai karhenna pinta esimerkiksi carborundumilla. Huuhtelee ja kuivaa pinta.
4. Levitä metalliprimiä fasadille.
5. Levitä resiiniä ja valokoveta.
6. Levitä opaakkimaaliä ja valokoveta.
7. Levitä uusi kerros resiiniä.
8. Lasikuitukankaan asemointi fasadin päälle, paina lasikuitukangas silikoni-instrumentilla tiiviisti opaakkia vasten ja valokoveta.
9. Levitä resiiniä kovetetun lasikuitukankaan päälle ja valokoveta.
10. Levitä yhdistelmämuoviä kerroksittain, valokoveta jokainen kerros erikseen.
11. Viimeistele ja kiillota.

(Mohammed ym. 2013.)

6. POHDINTA

Yleisesti käytetty hoitovaihtoehto vaurioituneelle paikalle on yhä edelleen sen vaihtaminen kokonaan uuteen paikkaan. On esitetty, että jopa puolet hammaslääkärrien tekemistä paikkauksista on vanhojen hammaspaikkojen uusimisia primaarikariesvaurioiden hoidon sijaan (Wilson ym. 2016). Tämä on ristiriidassa sen kanssa, että nykyään suositeltu ja yleensä kustannustehokkaampi vaihtoehto on vaurioituneen paikan korjaaminen. Paikan korjaaminen säästää aikaa nopeampana toimenpiteenä, jolloin resursseja vapautuu muuhun suun terveydenhuoltoon. (Hickel ym. 2013.) Paikan korjaus on myös ympäristöystävällisempi ja taloudellisesti kestävämpi vaihtoehto, sillä silloin paikkauksen yhteydessä kuluu vähemmän paikkausmateriaaleja paikan uusimiseen verrattuna. Lisäksi paikan korjaaminen pidentää hammaspaikan kestoikää sekä säästää potilaan tervettä hammaskudosta (Kanzow ym. 2016). Paikan korjaus voidaan suorittaa usein ilman puudutusta, jolloin se on potilaalle yleensä vähemmän kuormittava toimenpide (Hickel ym. 2013). Paikan korjaaminen on myös potilaalle edullisempaa paikan uusimiseen verrattuna.

Paikan korjausta tulee harkita silloin, kun vanhan paikan uudelleen muotoilu tai kiillotus ei enää riitä. Suomessa vanhan paikan korjaukselle on määritelty Hampaan paikkaushoidon Käypä hoito -suosituksessa kriteerit, joiden avulla korjaustarvetta ja korjauksen edellytyksiä on mahdollista arvioida. Näiden kriteerien perusteella paikka tulisi korjata esimerkiksi silloin, jos siinä havaitaan sekundaarikariesta, fraktuura tai lohkeama sekä jos paikalla on heikko tai puuttuva kontakti viereiseen hampaaseen, paikka ei ole kontaktissa vastapurijaan, paikka ei ole esteettisesti tyydyttävä, paikan sauma on värjäytynyt tai jos paikan saumassa on vajausta tai rakoa. (Hampaan paikkaushoito: Käypä hoito -suositus, 2018.)

Yhdistelmämuovi-, amalgaami- sekä keraamisen paikan korjausten syitä ovat useimmiten sekundaarikaries, fraktuurat ja lohkeamat (Kopperud ym. 2012; Opdam ym. 2007; van de Sande ym. 2013). Yhdistelmämuovipaikkoja joudutaan korjaamaan myös sitä todennäköisemmin, mitä nuorempi potilas on ja mitä enemmän paikattavia kariesleesioita samalla potilaalla on, sekä mitä lähemmäs pulpaa kaviteetti on täytynyt preparoida (Kopperud ym. 2012; Pallesen ym. 2012). Amalgaamipaikkojen kohdalla korjaustarve voi johtua myös fraktuuroista amalgaamia ympäröivässä

hammaskudoksessa (Hickel ym. 2013; Özcan & Volpato 2016). Keraamisten restauroituiden kohdalla fraktuurat johtuvat yleensä traumasta, valmistusvaiheen virheestä tai virheellisestä hoitosuunnitelmasta. Lisäksi keraamisen restauroinnin frakturoitumisen riski kasvaa, jos materiaalia on käytetty epäasianmukaisesti tai keraamiselle paikalle ei ole tehty riittävästi tilaa. (Hickel ym. 2013; Loomans & Özcan 2016; Tokar ym. 2019).

On kuitenkin tärkeä muistaa, että hammaspaikkaa ei kaikissa tapauksissa voi tai kannata korjata. Esimerkiksi, jos paikka on kokonaan irti, hampaassa on syvä tai vaikeapääsyinen sekundaarikaries tai paikan sauma on laajasti värjäytynyt, on paikka vaihdettava kokonaan (Hickel ym. 2013). Paikka on uusittava myös silloin, jos sen korjaus on kontraindikoitu tai jos korjauksen hyödyt ovat pienemmät kuin haitat (Hickel ym. 2013; Wilson ym. 2016). Tavoitteena on aina saavuttaa kustannustehokkain ja potilaan kannalta paras lopputulos. Lisäksi etenkin ennen laajan sivu- ja taka-alueen amalgaamipaikan korjaamista tai uusimista tulee tarkoin arvioida, onko hammas vielä paikattavissa suoran tekniikan paikalla vai vaatiiko luotettava korjaus epäsuoran paikan valmistusta tai hampaan kruunutusta (Kanzow ym. 2013).

Onnistunut paikan korjaaminen edellyttää hyvää ja huolellista työvaiheiden noudattamista. Onnistuneen korjauksen saavuttamiseksi vanhan paikan ja uuden korjausmateriaalin välille on luotava kestävä side. Vanhan paikan asianmukainen pintakäsittely sekä sidostusaineen ja korjausmateriaalin valinta ovatkin paikan korjauksen perusedellytyksiä. Riittävän kiinnittymisen aikaansaamiseksi korjattavan paikan pintojen käsittely voidaan toteuttaa makromekaanisella tai mikromekaanisella retentiolla ja kemiallisella adheesiolla.

Oikein tehtynä paikan korjauksella on yhtä hyvä ennuste kuin kokonaan uusitulla paikalla. Tutkimusten mukaan korjattu amalgaami- tai yhdistelmämuovipaikka aikuisella saattaa kestää yhtä kauan kuin kokonaan uusittu paikka. Lisäksi korjatun amalgaamipaikan kestävyys on toimenpiteen jälkeen yhtä suuri, kuin kokonaan uusitun paikan. (Hickel ym. 2013; Moncada ym. 2015.)

7. LÄHTEET

Aho, H. 2020. Lääketieteen historia. Turku: Turun Yliopisto, biolääketieteen laitos

Baur, V. & Ilie, N. 2013. Repair of dental resin-based composites. *Clinical Oral Investigations* (2013) 17, 601–608.

Benetti, A., Papia, E. & Matinlinna, J. 2019. Keraamisten rakenteiden adhesiivinen sidostaminen. *Suomen Hammaslääkärilehti* (2019) 1(26), 42-48.

Demarco, F., Correa, M., Cenci, S., Moraes, R. & Opdam, N. 2012. Longevity of posterior composite restorations: Not only a matter of materials. *Dental Materials* 28:1, 87-101.

Gjerdet, N., Gottfredsen, K., Tanner, J., von Steyern, P. & Øilo, M. 2019. Keraamit hammashoidossa. *Suomen Hammaslääkärilehti* (2019) 17(27), 24-27.

Hampaan paikkaushoito. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2018 (viitattu 24.02.2021).

Hickel, R., Brühshaver, K. & Ilie, N. 2013. Repair of restorations – Criteria for decision making and clinical recommendations. *Dental Materials* 29:1, 28-50.

Kanzow, P., Wiegand, A. & Schwendicke F. 2016. Cost-effectiveness of repairing versus replacing composite or amalgam restorations. *Journal of Dentistry* (2016) 54, 41-47.

Kanzow, P., Wiegand, A., Schwendicke, F. & Göstemeyer, G. 2019. Same, same, but different? A systematic review of protocols for restoration repair. *Journal of Dentistry* (2019) 86, 1-16.

Kopperud, SE., Tveit, AB., Gaarden, T., Sandvik, L. & Espelid, I. 2012. Longevity of posterior dental restorations and reasons for failure. *The European Journal of Oral Sciences* (2012) 120(6), 539-548.

Laske, M., Opdam, NJM., Bronkhorst, EM., Braspenning, JCC. & Huysmans, MCDNJM. 2019. Risk Factors for Dental Restoration Survival: A Practice-Based Study. *Journal of Dental Research* (2019) 98(4), 414-422.

- Laurila, M., Hjerpe, J., Vallittu, P. & Tanner, J. 2016. Keraamit hammashoidon materiaaleina. *Suomen Hammaslääkärilehti* (2016) 2(23), 20-27.
- Loomans, BAC. & Özcan, M. 2016. Intraoral Repair of Direct and Indirect Restorations: Procedures and Guidelines. *Operative Dentistry* (2016) 41(S7), 68-S78.
- Mohammed M. Al-Moaleem, Nasser M. Al-Ahmari, Manaa K. Al-Dosari, Haithem A. Abdulla. 2013. Repairing of Fractured Metal Ceramic Restorations: Techniques Review. *Int. Journal of Contemporary Dentistry* (2013).
- Moncada, G., Vildósola, P., Fernández, E., Estay, J., de Oliveira Júnior, OB., de Andrade, MF., Martin, J., Mjör, IA. & Gordan, VV. 2015. Longitudinal results of a 10-year clinical trial of repair of amalgam restorations. *Operative Dentistry* (2015) 40(1), 34-43.
- Moraschini, V., Fai, CK., Alto, RM. & Dos Santos GO. 2015. Amalgam and resin composite longevity of posterior restorations: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, (2015) 43(9), 1043-1050.
- Opdam, N., Bronkhorst, E., Roeters, J. & Loomans, B. 2007. A retrospective clinical study on longevity of posterior composite and amalgam restorations. *Dental Materials*, (2007) 23(1), 2-8.
- Opdam, N., van de Sande, F., Bronkhorst, E., Cenci, M., Bottenberg, P., Pallesen, U., Gaengler, P., Lindberg, A., Huysmans, M. & van Dijken, J. 2014. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Research*, (2024) 93(10), 943-949
- Ostela, I. & Tanner, J. 2019. Therapia Odontologica: Sidosaineet. Osoitteessa: <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tod/article/tod27010>. Viitattu 10.11.2022
- Pallesen, U., van Dijken, JW., Halken, J., Hallonsten, AL. & Höigaard, R. 2012. Longevity of posterior resin composite restorations in permanent teeth in Public Dental Health Service: a prospective 8 years follow up. *Journal of Dentistry* (2013) 41(4), 297-306.

Palotie, U., Eronen, AK., Vehkalahti, K. & Vehkalahti, MM. 2017. Longevity of 2- and 3surface restorations in posterior teeth of 25- to 30-year-olds attending Public Dental Service-A 13-year observation. *Journal of Dentistry* (2017) 62, 13-17.

Pjetursson, BE., Sailer, I., Makarov, NA., Zwahlen, M. & Thoma, DS. 2015. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part II: Multiple-unit FDPs. *Dental Materials* 2015; 31(6), 624–39.

Sharif, M., Catleugh, M., Merry, A., Tickle, M., Dunne, S., Brunton, P., Aggarwal, V. & Chong, L. 2014. Replacement versus repair of defective restorations in adults: resin composite. *Cochrane Database Syst Rev* 2014.

Sharif, M., Merry, A., Catleugh, M., Tickle, M., Dunne, S., Brunton, P., Aggarwal, V. & Chong, L. 2014. Replacement versus repair of defective restorations in adults: amalgam. *Cochrane Database Syst Rev* 2014.

Seppä, L. 2019. *Therapia Odontologica: Hammasamalgami. Osoitteessa:*
<https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tod/article/tod27006>. Viitattu 25.4.2022

Tezvergil-Mutluay, A. & Tjäderhane, L. 2011. Sidostuksen uudet tuulet. *Suomen Hammaslääkärilehti* (2011) 15(3), 40-46.

Tokar E, Polat S, Ozturk C. Repair bond strength of composite to Er,Cr:YSGG laser irradiated zirconia and porcelain surfaces. *Biomed J.* 2019 Jun;42(3):193-199. doi: 10.1016/j.bj.2019.02.001. Epub 2019 Jul 18. PMID: 31466713; PMCID: PMC6717752.

Vallittu, P. 2019. *Therapia Odontologica: Yhdistelmämuovit. Osoitteessa:*
<https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tod/article/tod27009>. Viitattu 25.4.2022

van de Sande, FH., Opdam, NJ., Da Rosa Rodolpho, PA., Correa, MB., Demarco, FF. & Cenci, MS. 2013. Patient Risk Factors' Influence on Survival of Posterior Composites. *Journal of Dental Research* (2013) 92(7), 78-83.

Warwick, D., Young, M., Palmer, J. & Ermel, RW. 2019. Mercury vapor volatilization from particulate generated from dental amalgam removal with a high-speed dental

drill – a significant source of exposure. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* (2019) 14(1), 22.

Wilson, N., Lynch, C., Brunton, P., Hickel, R., Meyer-Lueckel, H., Gurgan, S., Pallesen, U., Shearer A., Cotti, E., Vanherle, G. & Opdam, N. 2016. Criteria for the Replacement of Restorations: Academy of Operative Dentistry European Section. *Operative Dentistry* (2016) 41(7), 48–57.

Özcan, M. & Volpato, CÂ. 2016. Repair Protocol for Amalgam Fillings with and Without Cusp Fracture: How and Why? *Journal of Adhesive Dentistry* (2016) 18(4), 364-365.