

Kuitualustäyte juurihoidetun hampaan restauroinnissa

Hammaslääketieteen syventävien opintojen kirjallinen osuus

Laatijat:

Susanna Koivusaari

Mirka Liukko

27.1.2026

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu

Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Lisensiaatintutkielma

Oppiaine: Protetiikka ja purentafysiologia

Tekijät: Susanna Koivusaari, Mirka Liukko

Otsikko: Kuitualustäyte juurihoidetun hampaan restauroinnissa

Ohjaaja: HLT Anna-Maria Le Bell-Rönnlöf, Tytti Syrjäkari

Asiantuntijatarkastaja: EHL, professori Timo Närhi

Sivumäärä: 19 sivua

Päivämäärä: 27.1.2026

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa opetusmateriaalia kiinteän protetiikan kurssin opiskelijoille sekä opetuskliniikkaan avuksi kandeille. Työ koostuu kahdesta osasta: opetusvideosta sekä kirjallisesta osuudesta, jota voidaan käyttää myös oppaana.

Aiheena on juurihoidetun hampaan restaurointi, jossa käytetään alustäytteenä katkokuitukomposiittia yhdistelmämuovipaikan lujittamiseksi. Opetusvideon materiaalit kuvattiin simulaatiolaboratoriossa mallileuoilla ja tekstitettiin editointivaiheessa. Videolla esitetään juurihoidetun hampaan restaurointi katkokuitukomposiitti-alustäytteellä, joka päällystetään tavallisella yhdistelmämuovilla. Videolla esitellään kaikki työvaiheet ja käytetyt materiaalit vaiheittain. Kirjallisessa osuudessa tarkastellaan kattavasti katkokuitukomposiittia, sen ominaisuuksia, käyttöaiheita ja etuja.

Opinnäytetyön kirjallisessa osuudessa käytettiin lähteinä Turun yliopiston kiinteän protetiikan, ympäristöestetiikan ja biomateriaalitieteiden kurssien luentodioja, harjoitusmonisteita, oppikirjoja, Käypä hoito -suosituksia, sekä kirjallisuushaulla muun muassa PubMed-tietokannasta löydettyjä tieteellisiä katsauksia.

Avainsanat: katkokuitukomposiitti, kuitualustäyte, juurihoidetun hampaan restaurointi, yhdistelmämuovi

Sisällys

1. Johdanto	4
2. Katkokuitukomposiitti alustäytteenä	6
2.1 Kuitulujitteinen muovi hampaan restaurointimateriaalina	6
2.2 Katkokuitukomposiitin indikaatiot ja edut	7
2.2 Tutkimuksia katkokuitukomposiitista	8
3. Katkokuitukomposiittirestauroinnin työvaiheet	10
3.1 Kaviteetin käsittely	10
3.2 Approksimaaliseen rakennus.....	11
3.3 Katkokuitukomposiitin kerrostaminen	12
3.4 Kuitualustäytteen peittäminen perinteisellä yhdistelmämuovilla.....	13
3.5 Viimeistely ja purennan tarkistaminen	14
Lähteet	16

1. Johdanto

Juurihoidetun hampaan ennusteeseen vaikuttavat monet tekijät. Juurihoidon ennuste on parempi, jos periapikaalista muutosta ei ole ennen juurihoidon aloitusta, jos juurentäyttö on tiivis (0–2 mm radiologisesta apexista) ja jos juurihoidetulle hampaalle tehdään laadukas koronaalinen restauraatio. Jo ennen juurihoidon aloitusta tulee arvioida, onko hammas mahdollista restauroida hyvällä ennusteella. Mitä enemmän hampaassa on jäljellä koronaalista kudosta, sitä parempi on restauraation ennuste, koska täytteelle on enemmän retentio- eli kiinnittymispinta-alaa. (1)

Juurihoitoa aloitettaessa tulee madaltaa heikot kuspit jo kavum-avauksen yhteydessä. Juurihoidon ja aikaisempien paikkauksien yhteydessä menetetään hammaskudosta, mikä tekee hampaasta alttiimman murtumiselle. Kun kuspit madalletaan ja täyteaine kattaa kuspit, purentavoima jakaantuu tasaisemmin ja vaikean murtuman todennäköisyys pienenee (2).

Myös valmiiksi juurihoidettu hammas on mekaanisesti heikompi kuin vitaali hammas (3). Hampaan ulkopuolelta on menetetty kudosta, kun kariesta on puhdistettu ja tila täytetty paikkamateriaalilla. Hampaan sisäpuolelta kudosta menetetään juurihoidon preparoinnin aikana. Kun kudosta on menetetty, restauraation vaatima retentiopinta-ala on pienentynyt. Myös juurihoidon aikana käytetyt kemikaalit, kuten natriumhypokloriitti, kalsiumhydroksidi ja EDTA, saattavat heikentää hampaan kudoksia (4). Juurihoidetun hampaan dentiinin taivutuslujuus on vitaalia hammasta alhaisempi, minkä seurauksena dentiniin joustaa vähemmän ja hampaan murtumaherkkyys lisääntyy (3). Koska juurihoidetusta hampaasta on poistettu pulpa ja sen myötä hermot, kova purentaräsite ei aiheuta tuntoaistimusta. Tämä voi altistaa hampaan yllättävälle murtumiselle (5).

Suunniteltaessa juurihoidetun hampaan restaurointia, tulee arvioida jäljellä olevan kudoksen määrä ja pohtia restaurointimenetelmä tämän mukaan (6). Mikäli hampaassa on kohtalaisesti omaa kudosta jäljellä ($\geq 50\%$ tai noin kahdesta neljään

dentiiniseinämää), voidaan restaurointi tehdä suoralla tekniikalla käyttämällä yhdistelmämuovitäytettä. Mikäli kudosta on menetetty enemmän (jäljellä $\leq 50\%$), tulee harkita muita restaurointivaihtoehtoja, kuten epäsuoraa täytettä tai kruunua. Juurihoidetun hampaan kruunuttaminen ilmeisesti pidentää hampaan elinikää (7 ja 8).

Kuitenkin aina kun mahdollista, on suositeltavaa restauroida juurihoidettu hammas kudosta säästävin menetelmin. Keraamisten materiaalien ja adhesiivitekniikan kehittymisen myötä laajatkin kudospuutokset voidaan hoitaa sidostettavilla, kuspit kattavilla epäsuorilla täytteillä, jotka eivät vaadi yhtä laajaa hammaskudoksen preparointia kuin kruunuttaminen. Esimerkiksi silloin, kun dentiiniseinämistä on jäljellä yksi tai kaksi, restaurointivaihtoehtona suositellaan epäsuoraa kuspit kattavaa endo-onlay-täytettä. Erityisesti juurihoidettujen molaareiden restauroinneissa endo-onlay- tai endokruunu menetelmällä on saatu hyviä tuloksia (9). Jos taas seinämiä on jäljellä vain yksi tai vähemmän, on suositeltu käyttää juurikanava-ankkurointia, jotta kruunu saadaan kiinnitetty juureen (10). Näissä tapauksissa suositellaan tehdasvalmisteista tai yksilöllistä lasikuitunastaa, yhdistelmämuovipilaria ja epäsuoraa kruunua. Jos hammaskudosta on hyvin vähän jäljellä, voidaan käyttää myös perinteistä epäsuoraa menetelmää, jossa nastapilari valetaan kultaseoksesta laboratorioissa.

Kustannussyistä kliinisessä työssä juurihoidettuja hampaita restauroidaan usein suoran tekniikan yhdistelmämuovitäytteillä, vaikka esimerkiksi endo-onlay olisi useassa tilanteessa kestävämpi vaihtoehto. Yhdistelmämuovi ei kuitenkaan aina ole riittävän kestävä ja pitkäikäinen materiaali takahammasalueen juurihoidetussa hampaassa. Yhdistelmämuovin kuormankantokyvyn ja murtolujuuden parantamiseksi on kehitetty katkokuitukomposiitteja, joilla voidaan korvata osa tavanomaisesta yhdistelmämuovista. Katkokuitukomposiittialustäytteistä on tehty runsaasti tutkimusta laboratorio-olosuhteissa (11, 12 ja 13).

Tässä syventävien opintojen kirjallisessa osuudessa syvennytään katkokuitukomposiittiin ja sen käyttöön alustäytteenä suoran tekniikan muovitäytteessä juurihoidetun hampaan restauraatioissa.

2. Katkokuitukomposiitti alustäytteenä

Terveessä hampaassa dentiinikudoksen kollageenisäikeet toimivat fraktuuralinjojen pysäyttäjinä ja antavat dentiinille sen kestävät ominaisuudet: murtolujuuden ja -sitkeyden. Katkokuituvahvisteiset komposiitit vastaavat murtolujuudeltaan dentiinin murtolujuutta (14). Tutkimukset osoittavatkin, että katkokuitukomposiitin käyttäminen alustäytteenä dentiinin korvaamiseen, parantaa merkittävästi restauroidun hampaan murtolujuutta verrattuna perinteisiin komposiitteihin (11, 15).

2.1 Kuitulujitteinen muovi hampaan restaurointimateriaalina

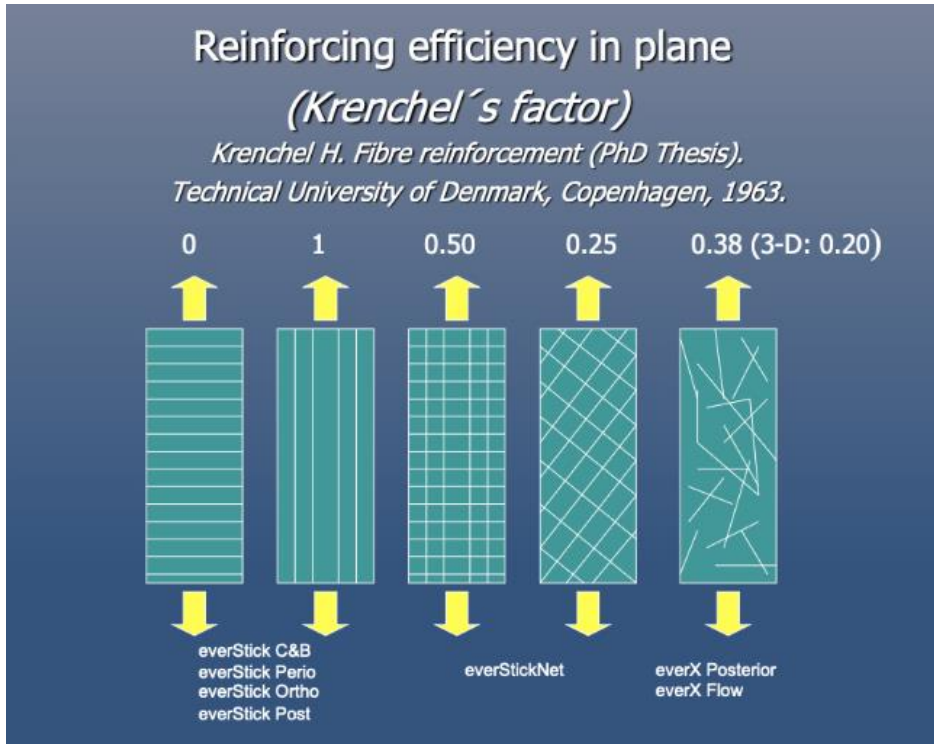
Katkokuitukomposiitti kuuluu kuitulujitteisiin muoveihin. Kuitulujitteinen muovi koostuu lujitekuiduista ja niitä yhteen liittävästä polymeerimatriisista (16). Hammaslääketieteessä yleisimmin materiaaleissa käytetty lujitekuitu on lasikuitu. Lasikuidulla on hyvä kyky vastustaa jännitystä ja estää murtuman etenemistä täytteessä (17).

Kuitulujitteisen muovin mekaanisiin ominaisuuksiin vaikuttavat muun muassa kuitujen määrä sekä niiden suunta ja pituus. Vaikuttavia tekijöitä ovat myös kuitujen murtovenymä verrattuna polymeerimatriisin murtovenymään, kuitujen impregnoituminen eli kyllästysaste polymeerimatriisilla sekä kuitujen tarttuminen polymeerimatriisiin (1, 18).

Kuidut voivat suuntautua eri tavoin ja olla erilaisia muodoltaan. Kuituja on yksisuuntaisia (anisotrooppisia), kaksisuuntaisia (ortotrooppisia) sekä satunnaisesti suuntautuneita (isotrooppisia). Kuidut voivat olla muodoltaan lyhyitä, pitkiä tai kangasmuotoisia. Katkokuidussa kuidut ovat lyhyitä ja sijoittuneet satunnaisesti joka suuntaan (1) (kuva 1).

EverX Flow (GC, Tokyo, Japan) ja everX Posterior (GC, Tokyo, Japan) ovat katkokuitukomposiitteja. EverX Posterioria käytetään muun muassa takahampaiden paikkauksissa perinteisen yhdistelmämuovin alla lujittamassa muovirestaaraatiota (19). EverX Flow puolestaan on juoksevampi versio everX Posteriorista, ja sitä käytetään

paitsi lujittavana alustäytteenä vitaaleissa hampaissa, myös kuitulujitteena vahvistamaan juurihoidetun hampaan restauraatiota. Muita kuitulujitteisia muoveja ovat esimerkiksi Stick, Stick Net sekä everStick (kaikki GC, Tokyo, Japan) (1) (kuva 1).



Kuva 1. Kuitujen suuntautuminen komposiiteissa.

Kuitujen suuntautuminen voi olla yksisuuntaista (anisotrooppinen), kaksisuuntaista (ortotrooppinen) tai satunnaista (isotrooppinen).

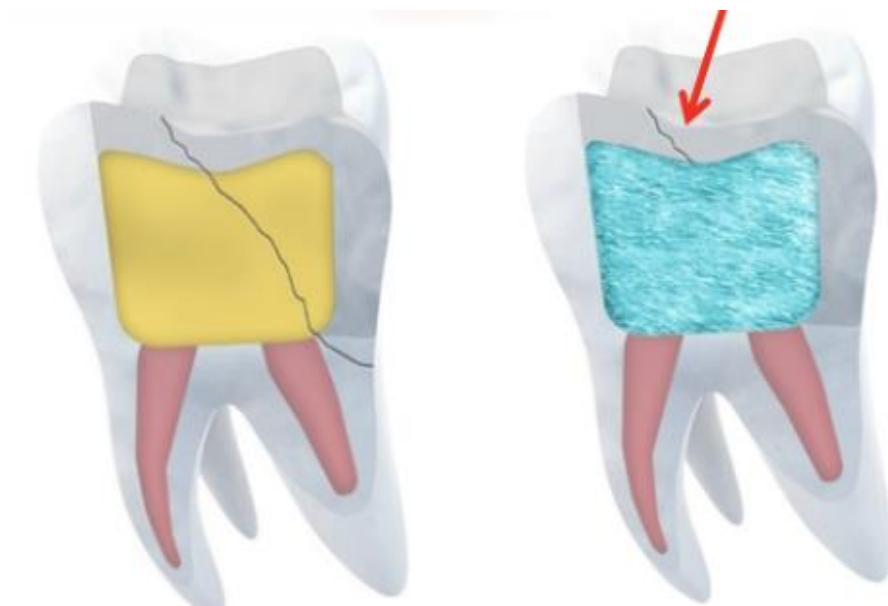
EverX Posterior ja everX Flow ovat katkokuitukomposiitteja, joissa kuitujen suuntautuminen on satunnaista (1, 20).

2.2 Katkokuitukomposiitin indikaatiot ja edut

Intaktissa hampaassa on optimaalinen kiilteen ja dentiinin yhdistelmä. Se ylläpitää tasapainoa jäykkyyden, vahvuuden, kestävyden ja elastisuuden välillä. Korjaavat hoidot tai hampaan rakenteen muuttaminen komposiitilla voivat häiritä tätä tasapainoa. Kun hampaaseen kohdistuu voimaa, sen rakenteeseen syntyy jännitystä ja muodonmuutoksia. Jos kuormitus ylittää materiaalin kestäkyvyn, syntyy fraktuura (1).

Hampaan restauraatiossa alustäytteenä käytetty kuitu pystyy vastustamaan frakturoitumista parhaiten silloin, kun siihen kohdistuva voima tulee kohtisuoraan kuitua vasten (16). Koska katkokuitukomposiitissa kuidut ovat satunnaisesti suuntautuneet, mistä tahansa suunnasta tuleva voima kohdistuu suurella todennäköisyydellä johonkin kuituun kohtisuorasti. Näin frakturoituminen on epätodennäköisempää (18).

Menetetyn dentiinikudoksen korvaaminen katkokuitukomposiitilla estää ja ohjaa fraktuuran etenemistä ennakoitavalla tavalla. Fraktuura pysähtyy katkokuitukomposiittiin eikä etene esimerkiksi juuren alueelle, mikä mahdollistaa hampaan edelleen restauroinnin ja parantaa näin sen ennustetta (kuva 2) (16).



Kuva 2. Katkokuitukomposiitti estää fraktuuran etenemisen (1).

Kuvaa modifioitu GC -tuotesivuilta (<https://www.gc.dental/europe/hr-HR/products/everxflow>).

2.2 Tutkimuksia katkokuitukomposiitista

Kliinisissä tutkimuksissa on havaittu, että yhdistelmämuovilla tehdyn restauration ennuste juurihoidettuun hampaaseen on heikompi kuin vitaaliin hampaaseen (21).

Pitkittäistutkimus osoitti, että perinteisellä yhdistelmämuovilla, ilman juurikanavanastaa restauroitujen juurihoidettujen hampaiden keskimääräinen vuosittainen epäonnistumisprosentti oli ~2,4 % (22). Retrospektiivinen tutkimus osoitti, että juurihoidetuissa molaareissa täytteet epäonnistuivat huomattavasti useammin kuin vastaavissa vitaaleissa hampaissa. Syynä tähän oli molaarialueille kohdistuvat suuret purentavoimat (21). Yhdistelmämuovitäytteen ennuste siis heikkenee, jos hammas on juurihoidettu, purentapaine on suuri ja kruunun kudospuutos on laaja.

Perinteisten yhdistelmämuovien hauraus ja alhainen murtolujuus vaikeuttavat niiden käyttöä laajojen kudospuutosten restauroimisessa (23). Juurihoidettua hammasta restauroitaessa pyritään kudospuutos korvaamaan materiaalilla, joka on mekaanisilta ominaisuuksiltaan ja ulkonäöltään luonnollisten hammaskudosten kaltaisia. Biomimeettinen korjausperiaate suosittelee käyttämään kiilteen korvaamiseen esimerkiksi feldspaattilaatta- tai lasikeramiaa, ja dentiinin korvaamiseen hybridikomposiitteja (24). Tutkimusten mukaan korkean kimmomoduulin (engl. Elastic modulus) omaavat keramiat kiilteen korvaajana paransivat restauroidun hampaan jännitysjakautumaa (25, 26).

Neljä vuotta kestäneessä kliinisessä tutkimuksessa verrattiin suoria katkokuitukomposiitilla vahvistettuja yhdistelmämuovitäytteitä (SFRC) ja epäsuoria lasikeraamisia endokruunuja juurihoidetuissa molaareissa (26). Tutkimus osoitti, että molemmat restaurointityypit saavuttivat hyvät kliiniset tulokset, ja katkokuitukomposiittitäytteet tarjosivat nopean ja helppohoitoisen vaihtoehdon. Vaikka katkokuitukomposiittitäytteet saattoivat vaatia enemmän pieniä pintakorjauksia, frakturoituminen oli vähäistä ja korjattavuus hyvä, mikä tekee menetelmästä kustannustehostehokkaan vaihtoehdon juurihoidetuille takahampaille.

3. Katkokuitukomposiittirestauroinnin työvaiheet

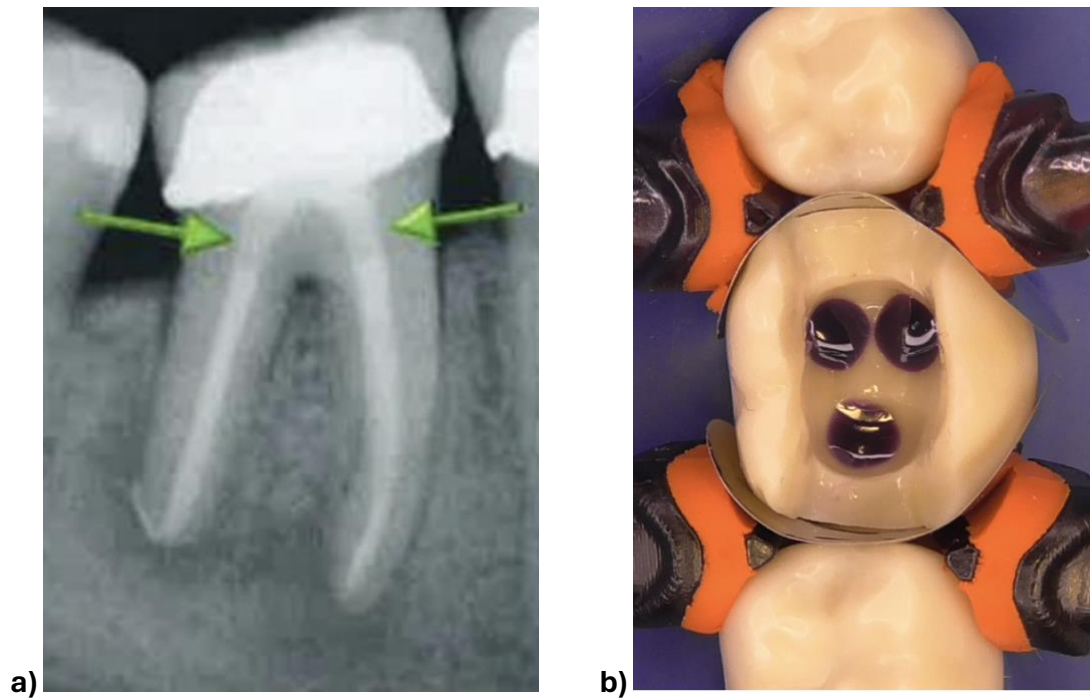
Ennen kuin aloitetaan juurihoidetun hampaan restaurointi, tulee karies puhdistaa kokonaan. Vanhojen paikkojen kunto tulee arvioida, ja tarvittaessa paikat siistitään tai poistetaan. Restaurointi tehdään Kofferdam-suojassa. MOD-kaviteetin omaavassa hampaassa on tärkeää asettaa hyvin istuvat matriisit, joilla saa hyvät kontaktit vierushampaisiin.

Juurentäytteet tulee katkaista riittävän syvältä (2–3 mm mitattuna juurikanavan suuaukosta) kuumalla juurikanavatäppäimellä, ultraäänellä tai Long Neck -poralla laajentamatta kanavien suita (27).

3.1 Kaviteetin käsittely

Hampaan kavumosa puhdistetaan porausjätteestä, guttaperkasta ja väliaikaisista paikkamateriaaleista. Koko kavum etsataan fosforihapolla ja sidostetaan kaviteetti kruunun kiilteelle asti. Juurentäytteet suojataan värillisellä juoksevalla muovilla (flow-muovi, engl. flowable composite), esimerkiksi PermaFlo Purplella (Ultradent, USA). Juokseva muovi suojaa juurentäytteitä myös tilanteissa, joissa varsinainen muovitäyte myöhemmin saa saumavuodon tai lohkeaa. PermaFlo Purplea laitetaan 1 mm:n paksuisina kerroksina kanavien suille, kunnes kerroksien pinta ulottuu kavumin pohjalle asti (kuva 3a ja b). Kerrosten välissä kovetetaan valokovettimella 40 sekuntia (27).

PermaFlon sijasta voidaan vaihtoehtoisesti katkaistujen juurentäytteiden päälle asettaa pieni määrä tiivistä materiaalia, esimerkiksi Cavitia (3M ESPE, Saksa), joka toimii tulppana ja lisäsuojana kavumin pohjalla.



Kuva 3. a) Röntgenkuva riittävän syvästä katkaistuista juurentäytteistä ja niiden päällä olevasta värillisestä juoksevasta PermaFlo Purple -komposiitista (vihreät nuolet) (28).
b) Kliininen näkymä opetusvideosta, jossa PermaFlo Purple on asetettu paikoilleen.

3.2 Approksimaaliseenämien rakennus

Mesiaali-okkusaali-distaali (MOD) -tyyppisessä kaviteetissa restauroiminen aloitetaan approksimaalilaatikoista perinteisillä yhdistelmämuoveilla. Tällä tavoin saadaan ensin rakennettua ja muotoiltu approksimaalivälit ja kontaktit, minkä jälkeen on helpompaa viedä katkokuitukomposiitti hampaan kavumiin korvaamaan dentiiniä. Lisäksi valmistajan ohjeen mukaan katkokuitukomposiittia ei toistaiseksi suositella sijoitettavaksi approksimaali- ja okkusaalipinnoille.

Juoksevaa muovia ruiskutetaan approksimaalilaatikoiden pohjille. Sitä voidaan tasoittaa sondilla ja tarvittaessa pyyhkäistä ylimääriä pois, minkä jälkeen muovi kovetetaan. Seuraavaksi rakennetaan approksimaaliseenämät siten, että perinteistä jäykempää muovia täpätään tiiviisti enintään 2 mm:n kerroksissa.

Approksimaaliseenämät voidaan halutessa rakentaa heti valmiiksi, tai vaihtoehtoisesti

jättää vähintään 1,5 mm tilaa viimeiselle, myöhemmin lisättävälle muovikerrokselle (kuva 4).



Kuva 4. Approksimaaliseenämät on rakennettu osittain, jättäen noin 1,5 mm tilaa viimeiselle muovikerrokselle.

3.3 Katkokuitukomposiitin kerrostaminen

Kerrostamiseen käytetään everX Flow –katkokuitukomposiittia (GC, Tokyo, Japan), jota on olemassa kahta erityyppistä; everX Flow Bulk shade (B) ja everX Flow Dentin shade (D). EverX Flow vietään kavumin pohjalle. Ruiskun kärkeä tulee pitää kiinni pohjassa välttämättä vispaavaa liikettä, joka saattaisi muodostaa ilmakuplia. Yhden kerroksen paksuus riippuu käytettävästä materiaalista. Bulk shade -muovia käytettäessä maksimikerrospaksuus on 5,5 mm ja sävy on hieman harmahtavan valkoinen, joten se soveltuu erityisen hyvin takahammasalueelle. Mikäli käytetään Dentin shade -muovia, joka on sävyltään hieman kellertävämpi ja jota käytetään esteettisillä alueilla ja esimerkiksi pilareissa, yhden kerroksen paksuus on enintään 2 mm. EverX Flow levittyy itsestään hyvin, mutta mikäli tarve vaatii, voi katkokuitukomposiittia tasoittaa flow-instrumentilla. Jokainen kerros valokovetetaan vähintään 20 sekuntia Halogen tai LED-

valokovettajalla ($>700 \text{ mW/cm}^2$) (29). Katkokuitukomposiittikerroksia tehdään niin monta, että perinteiselle yhdistelmämuoville jää tilaa vielä vähintään 1,5 mm (kuva 5).



Kuva 5. Katkokuitukomposiitti (everX Flow, Bulk shade) on kerrostettu siten, että viimeiselle muovikerrokselle jää noin 1,5 mm tilaa. Tämän jälkeen päälle kerrostetaan perinteinen yhdistelmämuovi, ja paikka muotoillaan sekä viimeistellään.

3.4 Kuitualustäytteen peittäminen perinteisellä yhdistelmämuovilla

Restauraatiota jatketaan perinteisellä yhdistelmämuovilla pieneräteknikkaa käyttäen. Samalla pyritään jäljittämään hampaan morfologiaa. Perinteinen yhdistelmämuovi toimii pintakerroksena kiilteen korvikkeena, tarjoten hyvän estetiikan, kulutuskestävyyden ja sileän pinnan. Kerroksellinen rakenne, jossa materiaalien mekaaniset ominaisuudet vastaavat kiillettä ja dentiiniä, mahdollistaa luonnollisen jännitysjakautumisen ja parantaa restauration pitkäaikaista kestävyyttä (1). Lisäksi everX Flow ei ole tarkoitettu kulutuspinnaksi, vaan valmistajan ohjeen mukaisesti se tulee peittää perinteisellä yhdistelmämuovilla, joka toimii kiilteen korvikkeena ja tarjoaa

esteettisen, kulutusta kestävän ja sileän pinnan sekä suojaa alla olevaa kuituvahvisteista rakennetta (29).

3.5 Viimeistely ja purennan tarkistaminen

Restauroitu juurihoidettu hammas ei saa jäädä korottamaan purennassa, sillä se lisää fraktuurariskiä. Viistopinnalla tai sauma-alueella olevat purentakontaktit ovat haitallisia. On hyvä myös tarkistaa, ettei purentaan jätetä haitallisia sivuliikeinterferenssejä (kuva 6). Paikkauksen yhteydessä pyritään purentakontakteihin, jotka ovat fissuuran pohjalla tai kusprien kärjissä (kuva 7).



Kuva 6. Opetusvideosta otettu kuva, jossa hampaassa 26 on punaisella purentafoliolla merkitty sivuliikeinterferenssi (vasemmalle suuntautuva sivuliike, laterotruusiopuoli). Mustalla purentafoliolla on merkitty interkuspaaliaseman (ICP) kontaktit potilaan purressa yhteen. Punaisella merkitty sivuliikeinterferenssi hiotaan pois.



Kuva 7. Valmis muovitäyte juurihoidetussa hampaassa 26, joka restauroitu katkokuitualustäytteellä (everX Flow). Mustalla purentafoliolla näkyy tasaiset interkuspaaliaseman (ICP) kontaktipisteet, jotka on pyritty samaan fissuroiden pohjiin tai kusprien kärkiin.

Lähteet

1. Luentodiat Kiinteän protetiikan ja Ympäristöestetiikan kurssilta:

- Närhi T. *Hampaiden preparointi vaippakruunuprotetiikassa*. 27.2.2024.
- Le Bell-Rönnlöf A-M. *Juurihoidetun hampaan proteettinen hoito*. 20.3.2024
- Vallittu P. *Kuitulujitteiset muovit hammaslääketieteessä* 19.5.2025
- Garoushi S. Biomimetic Restorative Approach 28.4.2025

2. Shillingburg HT, Jacobi R, Brackett SE. *Fundamentals of Tooth Preparations for Cast Metal and Porcelain Restorations*. Quintessence Publishing Co.; 1991.

3. Yan W, Montoya C, Øilo M, Ossa A, Paranjpe A, Zhang H, Arola DD. Contribution of Root Canal Treatment to the Fracture Resistance of Dentin. *J Endod*. 2019 Feb;45(2):189-193. doi: 10.1016/j.joen.2018.10.004. PMID: 30711176.

4. Uzunoglu E, Yilmaz Z, Erdogan O, Görduysus M. Final Irrigation Regimens Affect Fracture Resistance Values of Root-filled Teeth. *J Endod*. 2016 Mar;42(3):493-5. doi: 10.1016/j.joen.2015.12.006. Epub 2016 Jan 5. PMID: 26769028.

5. Randow K, Glantz PO. On cantilever loading of vital and non-vital teeth. An experimental clinical study. *Acta Odontol Scand*. 1986 Oct;44(5):271-7. doi: 10.3109/00016358609004733. PMID: 3544657.

6. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int*. 2008 Feb;39(2):117-29. PMID: 18560650.

7. Hampaan juurihoito. Käypä hoito –suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Hammaslääkäriseura Apollonia ry:n asettama työryhmä. Helsinki:

Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2022 (viitattu 8.9.2025). Saatavilla Internetissä:
www.käypähoito.fi.

8. Aquilino SA, Caplan DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*. 2002 Mar;87(3):256-63. doi: 10.1067/mpr.2002.122014. PMID: 11941351.
9. Lander E, Dietschi D. Endocrowns: a clinical report. *Quintessence Int*. 2008 Feb;39(2):99-106. PMID: 18560648.
10. Bitter K, Noetzel J, Stamm O, Vaudt J, Meyer-Lueckel H, Neumann K, Kielbassa AM. Randomized clinical trial comparing the effects of post placement on failure rate of postendodontic restorations: preliminary results of a mean period of 32 months. *J Endod*. 2009 Nov;35(11):1477-82. doi: 10.1016/j.joen.2009.07.026. Epub 2009 Sep 18. PMID: 19840634.
11. Lassila L, Keulemans F, Säilynoja E, Vallittu PK, Garoushi S. Mechanical properties and fracture behavior of flowable fiber reinforced composite restorations. *Dent Mater*. 2018 Apr;34(4):598-606. doi: 10.1016/j.dental.2018.01.002. Epub 2018 Jan 20. PMID: 29366493.
12. Lassila L, Säilynoja E, Prinssi R, Vallittu P, Garoushi S. Characterization of a new fiber-reinforced flowable composite. *Odontology*. 2019 Jul;107(3):342-352. doi: 10.1007/s10266-018-0405-y. Epub 2019 Jan 8. PMID: 30617664; PMCID: PMC6557871.
13. Garoushi S, Vallittu P, Lassila L. Mechanical properties and radiopacity of flowable fiber-reinforced composite. *Dent Mater J*. 2019 Mar 31;38(2):196-202. doi: 10.4012/dmj.2018-102. Epub 2018 Nov 17. PMID: 30449830.
14. Kamourieh N, Faigenblum M, Blizard R, Leung A, Fine P. Fracture Toughness of Short Fibre-Reinforced Composites-In Vitro Study. *Materials (Basel)*. 2024 Nov 2;17(21):5368. doi: 10.3390/ma17215368. PMID: 39517645; PMCID: PMC11547670.

15. Aram A, Hong H, Song C, Bass M, Platt JA, Chutinan S. Physical Properties and Clinical Performance of Short Fiber Reinforced Resin-based Composite in Posterior Dentition: Systematic Review and Meta-analysis. *Oper Dent*. 2023 Sep 1;48(5):E119-E136. doi: 10.2341/22-003-LIT. PMID: 37655625.
16. Perdigao J. Restoration of root canal-treated teeth. Springer International Publishing Switzerland 2016. Chapter 4: Fiber-Reinforced Dental Materials in the Restoration of Root-Canal Treated Teeth, Johanna Tanner and Anna-Maria Le Bell-Rönnlöf.
17. van Heumen CC, Tanner J, van Dijken JW, Pikaar R, Lassila LV, Creugers NH, Vallittu PK, Kreulen CM. Five-year survival of 3-unit fiber-reinforced composite fixed partial dentures in the posterior area. *Dent Mater*. 2010 Oct;26(10):954-60. doi: 10.1016/j.dental.2010.05.010. Epub 2010 Jul 17. PMID: 20638712.
18. Lasikuituvahvisteisen sillan valmistus injektiotekniikalla, syventävien opintojen kirjallinen osuus 2024, Miikkulainen, Ranta.
19. Tanner J, Tolvanen M, Garoushi S, Säilynoja E. Clinical Evaluation of Fiber-Reinforced Composite Restorations in Posterior Teeth - Results of 2.5 Year Follow-up. *Open Dent J*. 2018 Jun 29;12:476-485. doi: 10.2174/1874210601812010476. PMID: 30069257; PMCID: PMC6040209.
20. Krenchel H. Fibre reinforcement (PhD Thesis). Technical University of Denmark, 1963.
21. Lempel E, Lovász BV, Bihari E, Krajczár K, Jeges S, Tóth Á, Szalma J. Long-term clinical evaluation of direct resin composite restorations in vital vs. endodontically treated posterior teeth - Retrospective study up to 13 years. *Dent Mater*. 2019 Sep;35(9):1308-1318. doi: 10.1016/j.dental.2019.06.002. Epub 2019 Jul 2. PMID: 31278018.

22. Maklennan A, Rocuzzo A, Kramer EJ, Campus G, Naumann M, Meyer-Lueckel H, Wierichs RJ. Long-term success and survival of post-endodontic restorations without posts after up to 18 years: A practice-based study. *J Dent.* 2025 Mar;154:105569.
23. Kadhom Al-Taie, T. H. (2025). Advancements and Challenges of Composite Resins in Modern Restorative Dentistry: A Critical Review. *Scientific Research Journal of Medical Case Reports*, 5(1), 1-10.
24. Dawasaz AA, Togoo RA, Mahmood Z, Ahmad A, Thirumulu Ponnuraj K. Remineralization of Dentinal Lesions Using Biomimetic Agents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biomimetics (Basel)*. 2023 Apr 15;8(2):159. doi: 10.3390/biomimetics8020159. PMID: 37092411; PMCID: PMC10123630
25. Paruchuri H, Ballullaya SV, Vadamodaluru AK, Shankar P, Donthireddy BKR. Stress analysis of biomimetic restorations under thermomechanical loading using three-dimensional finite element analysis. *J Conserv Dent Endod.* 2025 Oct;28(10):1038-1044. doi: 10.4103/JCDE.JCDE_493_25. Epub 2025 Oct 4. PMID: 41169768; PMCID: PMC12571471.
26. Bijelic-Donova J, Myryläinen T, Karsila V, Vallittu PK, Tanner J. Direct Short-Fiber Reinforced Composite Resin Restorations and Glass-Ceramic Endocrowns in Endodontically Treated Molars: A 4 -Year Clinical Study. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2022 Nov 30;30(4):284-295. doi: 10.1922/EJPRD_2333Bijelic-Donova12. PMID: 35438265.
27. Harjoitusmonisteet D6 kurssilta: Kariologia ja endodontia: juurihoito (2024)
- Juurentäytteen suojaaminen PermaFlo Purplella tai EverX Flow – muovilla, harjoitusmoniste 24.9.2024
 - Juurihoidon kulku, harjoitusmoniste 2.9.2013
28. Haapasalo M. Käytännön juurihoito. RT-Print Oy Pieksämäki; 1998

29. GC international AG EverX Flow-käyttöohje 2026

<https://www.gc.dental/america/sites/america.gc.dental/files/products/downloads/everxflow/technique%20guide/everx-flow-technique-guide.pdf>