

# Yhden hampaan lisääminen ja vahvistamien everStickC&B-kuidulla



## Johdanto

Yhden hampaan lisääminen akryyli-osaproteesiin on melko yleinen hammastekninen työ. Lisäskohtaan ei yleensä ole mahdollista laittaa paksua akrylikerrosta, jolloin niistä tulee usein heikkoja. Tämän vuoksi näitä hampaan lisäskohtia joudutaan aika ajoin korjaamaan hammaslaboratoriossa. Perinteisesti tällainen kohta on vahvistettu joko metallilangalla tai kostuttamista vaativilla lasi- tai polyetyleenikuiduilla akryylin murtumisen estämiseksi. Näille vahvistustavoille löytyy alaltamme kannattajansa, vaikka mikään näistä ei ole täysin ongelmaton. Hammasteknikoiden ja alan materiaalitutkijoiden mainitsemia epäkohtia ovat esimerkiksi.

- vaatimattomat vahvistusominaisuudet (metallilangat, polyetyleenikuidut)<sup>(1,2)</sup>
- vahvikkeiden huono sidostuminen akryyliin (metallilangat, polyetyleenikuidut)<sup>(3,4)</sup>
- huonosta kostumisesta johtuva huokoisuus (kostutusta vaativat polyetyleenitai lasikuidut)<sup>(4,5)</sup>
- vahvikkeet ovat liian suuria (kostutusta vaativat polyetyleenitai lasikuidut)

- ylimääräisiä työvaiheita (kaikki)
- vaikeat / hankalat työvaiheet (kostutusta vaativat lasikuidut)
- estetiikka (metallilangat)

Näitä epäkohtia pohtiessa on hammaslaboratoriossa saattanut herätä kysymys, voisiko valokovetteisella matriisimuovilla päällystettyjä kuituja käyttää akryylin vahvistamiseen. Tässä artikkelissa vastataan tähän kysymykseen erilaisiin tutkimusnäyttöihin perustuen. Tutkimuskatsauksen lisäksi artikkelissa kerrotaan, kuinka yhden hampaan lisäyksen voi vahvistaa nopeammin ja helpommin kuin perinteisillä menetelmillä.

## Aiheeseen liittyviä tutkimuksia

Metropolia ammattikorkeakoulun hammasteknikko opiskelijat Mia Lo ja Olga Kekki tekivät vuonna 2007 opinnäytetyönä 3-pistetäivutustutkimuksen.<sup>(6)</sup> Työssään he tutkivat, miten valokovetteisella muovilla päällystetty lasikuitu vaikuttaa Aesthetic autopolymerisoituvan kylmäakryylin (Candulor) täivutuslujuuteen ja miten kuidun pinta

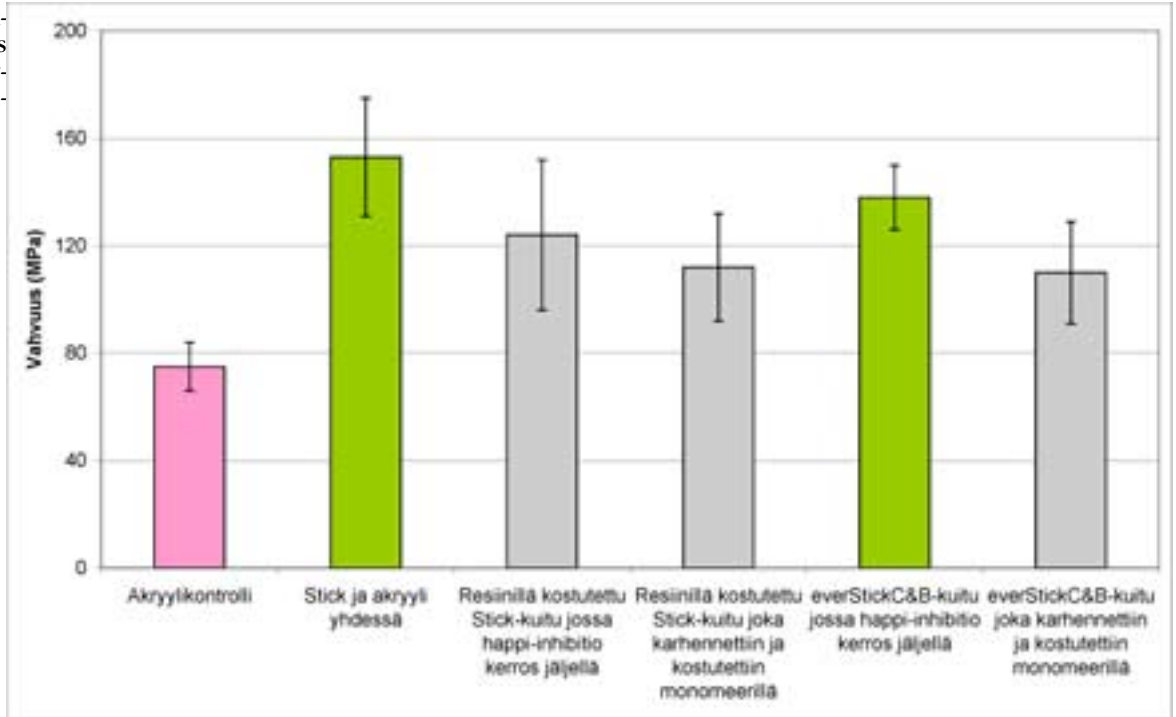
tulisi käsitellä parhaan vahvuuden saavuttamiseksi. Kuituvahvistetuissa koe-kappaleissa (65 mm x 10 mm x 4 mm) käytettiin yhtä kuitukimppua vahvikkeena.

Tutkimuksen ryhmät olivat seuraavat:

1. Kontrolliryhmä tehtiin pelkästä akryylistä (PMMA)
2. Proteesiakryyllillä kostutettu Stick-kuitu, joka asetoitiin suoraan testitikuun ilman kovettamista ja pintakäsittelyä
3. StickRESINillä kostutettu Stick-kuitu, johon jätettiin valokovetuksen jälkeen happi-inhibitiokerros kuidun pinnalle
4. StickRESINillä kostutettu Stick-kuitu, jonka pinta on valokovetuksen jälkeen karhennettu freesarilla ja liuotettu monomerinesteellä 2 minuutin ajan
5. everStickC&B-kuitu, johon on valokovetuksen jälkeen jätetty happi-inhibitiokerros kuidun pinnalle
6. everStickC&B-kuitu jonka pinta on valokovetuksen jälkeen karhennettu freesarilla ja liuotettu monomerinesteellä 2 minuutin ajan

Tutkituista ryhmistä vahvin oli perinteinen menetelmä jossa Stick kuidut kostutettiin samalla kertaa akryylin laittamisen kanssa ilman kuitujen esikostuttamista (ryhmä 2). Toiseksi vahvin oli ryhmä 5, jossa everStickC&B-kuitu kovetettiin valolla ja sen pintaan jätettiin happi-inhibitiokerros (kuva 1). Käytännön ohjeeksi hammasteknikoille voidaan tutkimuksesta tiivistää seuraavaa. Jos valokovetteisella muovilla päällystetyllä kuidulla vahvistetaan proteesiakryylliä, niin kuidun pintaan jätetty happi-inhibitiokerros takaa vahvemman sidoksen kuin kuidun pinnan karhennus ja kostuttaminen. Näin oli sekä valmiiksi kostutulla everStickC&B-kuiduilla että StickRESINillä kostutetulla Stick-kuidulla.

Kuva 1. Proteesiakryylin taivutuslujuus eri tavalla käsiteltyjen kuituvahvikkeiden kanssa.<sup>(6)</sup>

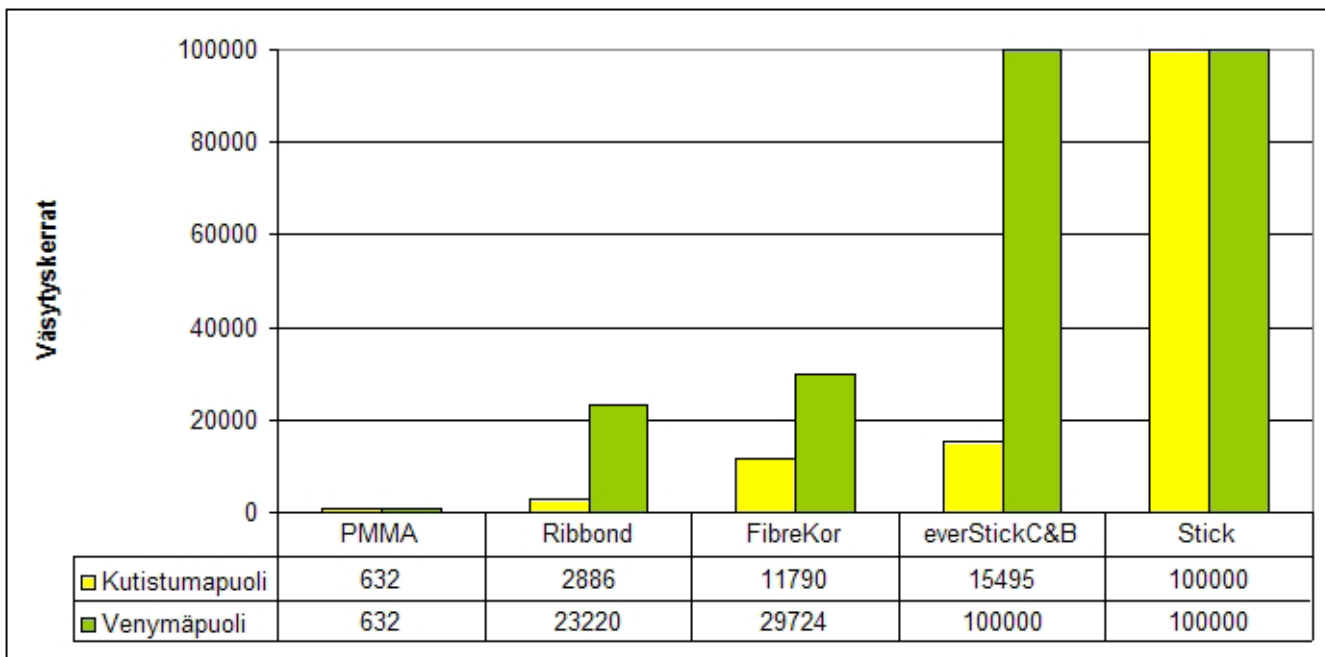


Irtoproteeseissa taivutuslujuutta tärkeämpi ominaisuus on väsymislujuus. Niihin kohdistuu suussa jatkuvaa pienellä voimalla tapahtuva pureskelua, eikä niinkään maksimivoimalla tapahtuvaa rasitusta. Katja Narva on tehnyt kollegoidensa kanssa tutkimuksen, jossa mitattiin koekappaleiden (3 mm x 5 mm x 50 mm) väsymislujuutta 2-pistetestillä.<sup>(7)</sup> Väsymislujuus testattiin laskemalla, kuinka monta väsytykskertaa kukin materiaalikombinaatio kestää, kun koekappale on kiinni testijigissä toisesta päästään ja sitä painetaan toisesta pää-

tä yhden mm verran. Lisäksi tutkittiin kuinka kuitujen asemointi vaikuttaa koekappaleiden väsymislujuuteen. Kuidulla vahvistetuista ryhmistä oli kaksi versiota: toisessa kuidut oli sijoitettu lähelle koekappaleen yläpintaa ja toisessa lähelle koekappaleen pohjaa. 2-pistetäivutustestissä koekappaleen alapuoli on kutistumapuoli ja yläpuoli venymäpuoli, kun taas 3-pistetäivutuksessa puolet ovat toisin päin.

Tutkimuksessa käytettiin seuraavia kuituja:

1. PMMA kontrolliryhmä tehtiin pelkästä autopolymerisoituvasta Palapress kylmäakryylistä (Heraeus Kulzer)
2. Ribbond polyetyleenistä kudottu kuivua kuitukimppu joka kostutettiin akryyllillä ennen koekappaleeseen laittoa (Ribbond)
3. valokovetteisella muovilla päällystetty yhdensuuntainen FibreKor K2-kuitukimppu, joka valokovetettiin ennen paikalleen laittamista (Jeneric-Pentron)
4. valokovetteisella muovilla päällystetty yhdensuuntainen everStickC&B-kuitukimppu, joka valokovetettiin ennen pai-



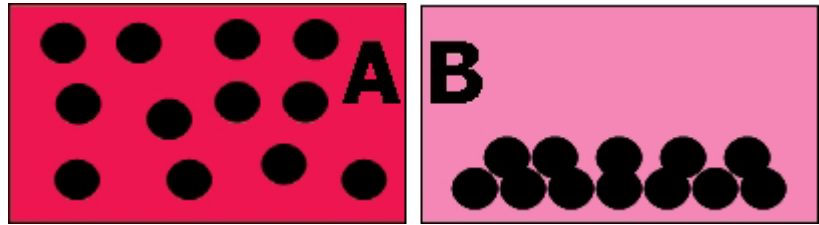
Kuva 2. Kaaviossa on kuvattu väsytykskertojen määrä eri kuituvahvikkeilla vahvistetuille koekappaleille. Keltaiset palkit kuvaavat koekappaleiden keskiarvoja, kun kuitu oli sijoitettu koekappaleen pohjalle. Vihreät palkit kuvaavat koekappaleiden keskiarvoja, kun kuitu oli sijoitettu lähelle koekappaleen yläpintaa. Väsytykskertojen määrä oli rajoitettu 100 000:n, jotta testaus ei kestäisi kohtuuttoman kauan.<sup>(7)</sup>

kalleen laittamista (Stick Tech oy)  
5. kostutettaessa turpoava yhdensuuntainen Stick-lasikuitukimppu joka kostutettiin akryyllillä ennen koekappaleeseen laittoa (Stick Tech oy)

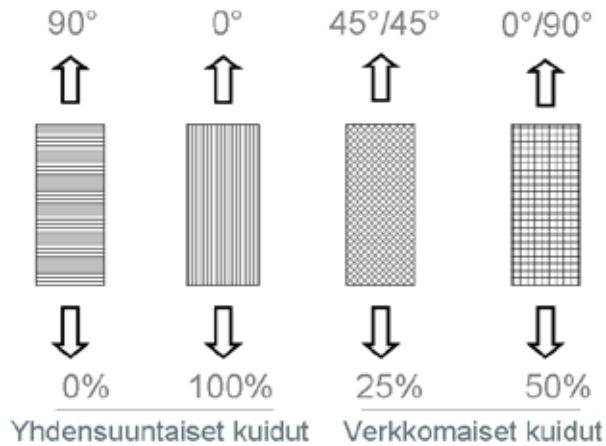
Tutkimuksen tulokset on kuvattu kuvassa 2. Tulosten mukaan kuidun sijainnilla, muodolla ja laadulla oli merkittävä vaikutus koekappaleiden väsymislujuuteen. Kuidun sijainnin merkitys koekappaleen väsymislujuuteen korostui erityisesti silloin, kun kuitukimppu ei levinnyt koekappaleen sisällä (kuva 3). Näin oli halkaisijalta pienien, valokovetteisella muovimatriisilla päällystettyjen ja kudottujen kuitukimppujen kanssa (ryhmät 2-4).

Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että hammaslääketieteessä käytössä olevat lasikuituvahvikkeet ovat vahvempia kuin polyetyleenistä valmistetut. Tämän on sanottu johtuvan siitä, että polyetyleenikuidut sidostuvat huonommin hammaslääketieteessä käytettäviin muoveihin kuin lasikuidusta tehdyt.<sup>(4)</sup> Myös lasikuituvahvikkeiden välillä on eroja keskenään. Kun vertaillaan tämän tutkimuksen valokovetteisella muovilla päällystettyjä lasikuituja keskenään niin huomataan, että everStickC&B-kuidulla vahvistettujen koekappaleiden väsymislujuus oli parempi kuin FibreKor 2K-kuidulla vahvistettujen (kuva 2). Tämän oletetaan johtuvan kuitujen erityyppisistä matriisimuoveista. everStickC&B:n matriisimuovissa on PMMA:ta eli proteesiakryylin perusainesosaa, kun taas FibreKor kuiduissa ei PMMA:ta ole. Ilmeisesti tämän kemiallisen eron vuoksi everStickC&B sidostuu paremmin proteesiakryyliin kuin FibreKor.

Kuitukimppun punoksen muodon merkitys kuitukimppun vahvuusominaisuuksille on suuri. Krenchelin tehokkuuskerroin määrittelee eri kuitumuotojen teoreettisen lujitusvaikutuksen vetojännityksen suhteen.<sup>(8)</sup> Kuvassa 4 on muutamien kuitumuotojen tehokkuuskertoimet. Kudottujen kuituvalmisteiden, kuten Ribbond ja Connect (kuva 5), tehokkuuskerroin on verkkomaisten kuitujen arvojen välissä. Vaikka kudottu kimpun sijoittaisi oikein, on aina osa kimpun kuiduista väärin suunnattuna purentavoimiin nähden. Siksi kudottujen kuitujen tehokkuuskerroin on parhaimmillaankin vain noin kolmasosa oikein sijoitetun yhdensuuntaisen kuidun lukemasta.



Kuva 3. Koekappaleiden poikkileikkauksia kuvaavia piirroksia. A-kuvassa Stick-kuidun yksittäiset lasikuidut ovat kostutuksen jälkeen levinneenä koko koekappaleen alueelle. Näin ne vahvistavat koekappaletta sekä venymä- että kutistumapuolelta. B-kuvassa on sama tilanne, kun käytössä on muita testissä olleita kuituja. Ne pysyivät tiiviinä kimpuna koekappaleen pohjalla.<sup>(7)</sup>



Kuva 4. Herbert Krenchelin vuonna 1964 väitöskirjatyössään määrittämät kuitulujuiteiden tehokkuuskertoimet vetojännityksen suhteen. Nuolet kuvaavat vetojännityksen suuntaa. Ylhäällä on asteluku joka kertoo kuitujen suunnan vetojännitykseen nähden. Alhaalla on eri kuitumuotojen tehokkuuskertoimet prosentteina.<sup>(8)</sup>



Kuva 5. Mikroskooppikuva Connect-kuidusta.

Käytännön ohjeeksi voidaan hammasteknikoille tiivistää Narvan tutkimuksesta seuraavat ohjeet:

1. Kun kuituvahvikkeelle on proteessissa paljon tilaa, paras vahvuus saadaan käyttämällä kuitua, joka kostutettaessa leviää laajalle alueelle vahvistuskohdassa.
2. Kun kuituvahvikkeelle on tilaa vähän, voidaan käyttää valokovetteisella muovilla päällystettyjä kuituja. Näiden

kuitujen paikalleen laittaminen ja proteessin viimeistely on helppoa, koska tällaiset kuitukimput eivät leviä leikatessa tai kostutettaessa.

3. Kuitukimppun oikean sijoittelun merkitys kasvaa silloin, kun käytetään valmiiksi kostutettuja pieniä kuitukimppejä ja proteessissa on hyvin paljon tilaa.

Akryyliosaproteesin väsymislujuut-



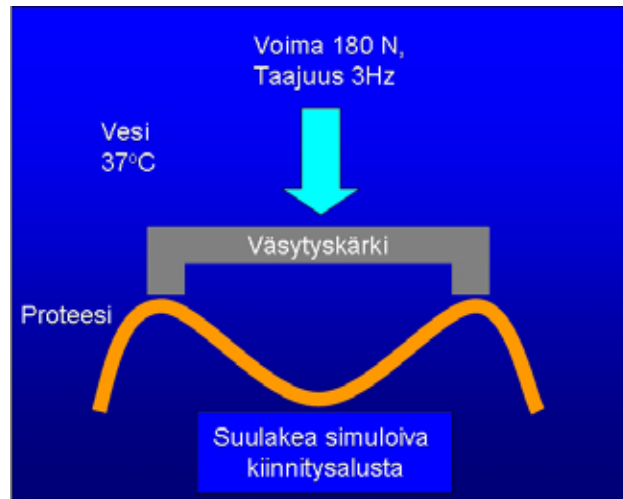
ta on tutkittu Pekka Vallitun vuonna 1996 tekemässä tutkimuksessa.<sup>(2)</sup> Koekappaleita väsyttiin painamalla niitä testauskärjellä, sekä oikean että vasemman puolen okklusaalipinnoille, kunnes ne hajosivat (kuva 6). Tutkimusproteesit mukailivat yläleuan toisesta päästä lyhentyneen hammaskaaren Kennedy luokan kaksi osaproteesia, jossa jäänöshampaiden välistä puuttuu yksittäinen toinen premolaari.

Koekappaleet tehtiin Pro Base Hot (Ivoclar) autopolymeroituvasta keittoakryylista ja niitä oli neljänlaisia: vahvistamattomia ja E-lasikuiduilla, pyöreällä tai puolipyöreällä metallilangalla vahvistettuja. Kymmenen proteesin väsytytulosten keskiarvo laskettiin jokaiselle ryhmälle. Tutkimuksen tulokset ovat nähtävissä kuvassa 5. Metallilangoista mukaan on otettu vain vahvemman eli puolipyöreän metallilangan (1.0 x 2.0 mm, Remanium 33969, Dentaurum) tulokset.

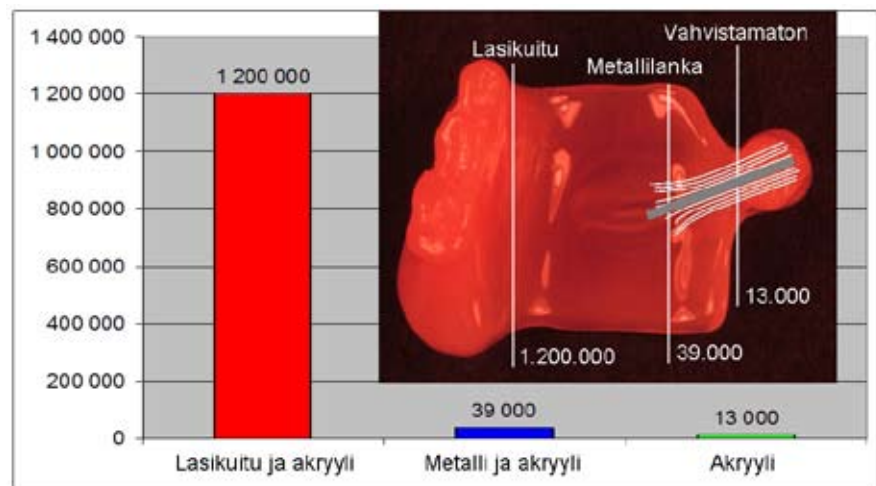
Tutkimuksen tuloksena voidaan todeta, että lasikuituvahvisteisen proteesin väsymiskestävyys oli noin 100 kertaa parempi kuin vahvistamattoman. Ero metallilangalla vahvistettuun proteesiin oli myös huomattava. Mielenkiintoista on myös verrata tässä tutkimuksessa havaittuja murtumakohtia. Vahvistamaton proteesi hajoaa sen kapeimmasta ja heikoimmasta kohdasta, kuten käytännön työssä usein havaitaan. Kun heikoin kohta vahvistetaan, saa rasitus aikaan sen että murtuma alkaa proteesissa sen toiseksi heikoimmasta kohdasta. Tässä testiasetelmassa se oli kiinnityskohdan vieressä vahvikkeen puolella proteesia. Paikan pystyy pääättelemään siitä että metallilangalla vahvistetun proteesin murtumakohta oli siinä. Tämä kohta proteesissa on vahvikkeesta huolimatta päässyt taipumaan ja aiheuttamaan proteesiin väsymismurtuman. Kuidulla vahvistetuissa proteeseissa murtumakohta oli proteesin vahvistamattomalla sivulla. Tämä osoittaa, että kuidun vahvistavat ominaisuudet leviävät laajemmalle alueelle kuin pelkkä fyysinen vahvike.

#### Yhden hampaan lisääminen ja vahvistaminen everStickC&B-kuidulla

Uusi tekniikka perustuu valokoveteisellä matriisivuovilla päällystettyyn yhdensuuntaiseen everStickC&B-kuidun käyttöön proteesin vahvistamises-



Kuva 6. Testiasetelmä. Ennen väsytyä proteesi kiinnitettiin palatinaalilevyn kohdalta kovaa sulake simuloivaan alustaan. Testaus suoritettiin 37 asteisessä vedessä ja väsytykseen käytettiin 180 N voimaa 0.3 sekunnin toistoilla.<sup>(2)</sup>



Kuva 7. Kaaviossa näkyy osaproteesiin murtumiseen tarvittavien keskimääräisten väsytyksetöiden määrät vahvistamattomalle, puolipyöreällä metallilangalla ja lasikuiduilla vahvistetuille proteeseille. Harmaa palkki kuvaa metallivahvikkeen paikkaa. Ohuet valkoiset viivat kuvaavat lasikuituvahvikkeen paikkaa. Pitkät pystysuorat valkeat viivat kuvaavat eri tavalla vahvistettujen proteesin murtumakohtia.<sup>(2)</sup>

sa. Sen käyttö on helppoa, sillä sitä ei tarvitse erikseen esikovettaa paineessa kylmäakryylin kanssa. everStickC&B-kuitukimppun halkaisija ( $\varnothing$  1.5mm) on pienempi kuin Stick-kuidun, vaikka kummassakin on yhtä paljon yksittäisiä kuituja (~4000kpl). everStickC&B-kuidun käyttöä helpottaa se, että yksittäiset kuidut pysyvät matriisimuovin ansiosta kiinteänä kimpuna käsittelyn aikana.

Koska kuitukimppu on joustava ennen valokovetusta, sitä voidaan myös tarpeen tullen litistää. Näin se saadaan helposti mahtumaan ienharjanteen ja proteesihampaan väliin. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että kun kimpun pitää halkaisijaltaan pyöreänä, niin se vahvistaa tehokkaammin kuin litteänä,

jolloin sen vahvistavat ominaisuudet ovat joka suuntaan samanlaiset. Joustava kuitukimppu voidaan myös helposti taivuttaa oikeaan muotoon. Valokovetuksen voi tehdä joko hammasteknikon pöytävalokovettimella tai hammaslääkärin käsivalokovettimellä. Muutaman kymmenen sekunnin valokovetuksella kuitu saadaan jäykistymään haluttuun muotoon. Kun kovetus tehdään ilman vakuumia tai happisulkugeeliä, kuidun pintaan jää happi-inhibitiokerros. Tämä kerros takaa kuidun tarttumisen akryyliin. Kuidun pintaa ei tule karhentaa tai luottaa monomeerineesteellä. Valokovetettua everStickC&B-kuitua ei myöskään tarvitse hiekkapuhaltaa ja silanoida kuten metallilangoille yleensä tehdään.

# Uuden tekniikan työvaiheet



1. Kipsimalli ja metallilangalla vahvistettu alaleuan osaproteesi ennen hampaan lisäystä.



2. Poraa proteesihammas oikean kokoiseksi ja vahaa se paikalleen. Ota asettelusta silikonijäljennös.



3. Poista vahat ja poraa kuidulle riittävästi tilaa.

## LÄHTEET:

1. Gutteridge D.L. Reinforcement of poly (methyl methacrylate) with ultra-high-modulus polyethylene fibre. J Dent, 1992; 20: 50–54.
2. Vallittu P.K. Comparison of the in vitro fatigue resistance of an acrylic resin removable partial denture reinforced with continuous glass fibers or metal wires. J Prosthodont 1996; 5: 115–121
3. Vallittu P.K. & Lassila V.P. Effect of metal strengthener's surface roughness on fracture resistance of acrylic denture base material. J Oral Rehabil 1992; 19: 385-391.



4. Kuidun mittaamiseen voi käyttää vahalankaa. Taivuta vahalanka paikalleen ja katkaise se halutun mittaiseksi. Oikaise sitten vahalanka ja laita se everStickC&B-kuidun pakkaussilikonin päälle. Merkitse tarvittava kuidun pituus suojaanpaperiin ja leikkaa oikean mittainen kuitupala terävillä saksilla. Muista sulkea foliopakkaus tarran avulla ja säilytä se jääkaapissa.



5. Ota kuitu silikonista pinseteillä ja laita se paikalleen. Kuidun muotoiluun voi käyttää StickREFIX L -instrumenttia tai kuidun pakkaussilikonin. Valokoveta kuitu silikonin läpi vähintään 20 sekuntia.



6. Kovettunut everStickC&B-kuituvahvike.

4. Vallittu P.K. Ultra-high-modulus polyethylene ribbon as reinforcement for denture polymethyl methacrylate: A Short communication. Dent Mater 1997;13:381-382
5. Vallittu P.K. The effect of void space and polymerization time on transverse strength of acrylic - glass fibre composite. J Oral Rehabil 1995; 22: 257-261.
6. Kekki O. & Lo M. Proteesiakryylin taivutuslujuus vahvistettuna Stick ja everStickC&B-kuiduilla. Metropolia opin- näytetyö 2007.





7. Eristä malli. Kostuta proteesi ja hammas monomeerineesteellä. Laita akryyliä kuidun päälle hampaan lisäyksen kohtaan ja aseta hammas paikalleen silikoni-indeksin avulla. Polymeroi akryyli valmistajan ohjeiden mukaan.



8. Kovetuksen jälkeen viimeistele proteesi normaalilla tavalla.



9. Valmis proteesi.

7. Narva K. et al. Flexural fatigue of denture base polymer with fiber-reinforced composite reinforcement. Composites: Part A 2005;36: 1275–1281

8. Krenchel H. Fibre Reinforcement, Academic Dissertation. Copenhagen 1964: 159.

Yhteystiedot:

**HT Pasi Alander**, Stick Tech, Pl 114, 20521 TURKU, Puh: 040-9000754