

hammas teknikko

hammasteknisen alan erikoislehti 3/94

Tässä
numerossa:

Kuitukomposiitti
proteesi-
materiaaliksi?
s. 4-6

Keraamiset
materiaalit

s. 8-13

Kipinätyöstö

s. 14-17

GC Fujivest – aikaa säästävä kultavalumassa



- Fosfaattipohjainen kultavalumassa, ei sisällä kipsiä
- Valumassan käsittely helppoa, koska se on sopivan viskoosia
- Pitkä työskentelyaika; 6 minuuttia
- Erittäin sileä valutulos
- Aikaa säästävä; valusylinterin voi laittaa suoraan loppulämpötilaan

**Ostaessasi Fujivest-valumassaa, saat kokeilu-
pakkauksen veloituksetta.**

**Jos et ole tyytyväinen, lunastamme ostamasi
avaamattoman myyntipakkauksen takaisin
30.11.94 saakka.**



Hammasväline

Oriola oy

16.9.1994

hammas teknikko

51. vuosikerta
No 3/1994

Julkaisija:
Suomen Hammasteknikkoseura ry

Päätoimittaja: Tapio Suonperä
Toimitus ja taitto: Pirkka Ruishalme
Ilmoitusmyynti: Ideal Point

Toimituksen osoite:

Koivupuistontie 6
01510 Vantaa

Puh: 90-827 5475
Fax: 90-827 5475

Toimituskunta:
Ht Matti Pulkkinen, Helsingin Yliopisto
Lehtori, Eht Tapio Suonperä, VHO, Hki
HT opiskelija Ilkka Tuominen

ISSN 0780-7783

Hammasteknikko on Suomen Hammas-
teknikkoseura ry:n jäsenlehti, joka jaetaan
jäsenille jäsenmaksua vastaan. Lehden
artikkelit ovat valistusaineistona vapaasti
lainattavissa. Lähde mainittava.

SHtS ry:n Hallitus

Puheenjohtaja:
Hemmo Kurunmäki, Vaasa

Varapuheenjohtaja:
Vesa Valkealahti, Helsinki
(koulutustoimikunta, pj.)

Jäsenet:
Harri Aalto, Vantaa
Veli Heikkinen, Oulu
(rahastonhoitaja)
Ilkka Tuominen, Helsinki
(sihteeri)

Varajäsenet:
Pekka Juurikko, Porvoo
Kalevi Valo, Espoo

Se tapahtui sittenkin

Yhdistyksemme muotoseikat alkavat olla ajantasalla eli Suomen Hammasteknikkoseuran uudet säännöt ja uusi nimi on vahvistettu oikeusministeriössä. Monien vuosien työ nimen ja sääntöjen muuttamiseksi selventää tilannetta, joka on jo kauan vallinnut. SHtS ry (Suomen Hammasteknikkoseura ry) ei ole edunvalvontajärjestö, vaan kaikkien hammasteknisellä alalla työskentelevien yhteinen koulutus-, valistus- ja virkistysjärjestö.

Teillä jäsenillä on nyt "työkalu" käsissänne. Seura voi järjestää kevät- ja syyspäivien lisäksi koulutusta ja kursseja mille alamme ammattiryhmälle tahansa.

Historiallisessa Turun liittokokouksessa, jossa uusi nimi ja uudet säännöt hyväksyttiin, oli voimakasta keskustelua järjestön taloudesta. Seuran uusi hallitus otti härkää sarvista ja teki säästösuunnitelman kuluvalle vuodelle. Toiminnanjohtajaa ei palkattu lainkaan vaan palvelut ostetaan Ideal Point'ilta tarpeen mukaan. Seuran toimisto on avoinna vain yhtenä päivänä viikossa, yleensä maanantaisin. Muina aikoina kysymyksiin vastaa puheenjohtaja. Uusi pienempi hallitus tulee kustanuksiltaan halvemmaksi ja lisäksi hallituksen jäsenet tekevät suuren määrän talkootyötä itse.

Kustannussäästöistä huolimatta on tärkeää, että kaikki alalla työskentelevät osallistuvat yhteiseen toimintaan, ainakin maksamalla jäsenmaksunsa - rahaa tarvitaan toiminnan kehittämiseen, sillä ilmainen harvoin on hyvää. Jo nyt seura palvelee jäseniään julkaisemalla Hammasteknikko -lehteä, järjestämällä koko ammattikunnalle koulutustilaisuuksia, ylläpitämällä henkilökisteriä, tukemalla hammasteknisen alan tutkimusta ja järjestämällä virkistystapahtumia.



Hemmo Kurunmäki
Puheenjohtaja

SHtS ry:n toimisto on muuttanut

Uusi soite on Koivupuistontie 6, 01510 Vantaa
Puhelin ja fax 90 - 8 275 475

Toimisto on yleensä avoinna maanantaisin!

Suomen Hammasteknikkoseura ry:n 70 - vuotisjuhla

Lauantaina 28.1.1995 klo 19.00 Helsingin Kalastajatorpalla

Ohjelmassa:

Juhlapuhe, Matrikelin luovutus, Kunniajäsenien huomioiminen,
Taidemusiikkia, Juhlailallinen, Illanvietto, jonka musiikista vastaa Jorma Weneskosken orkesteri, laulusolistina Anneli Saaristo

Tervetuloa

Juhlien ohjelmasta ja illalliskorttien tilaamisesta tarkemmin
seuraavassa Hammasteknikko -lehdessä

In memoriam

Siiri (Sirkku) Sahrberg
s. 8.3.1925 - k. 11.7.1994

Keraamikkona arvonantoa saavuttanut Sirkku Sahrberg poistui keskuudestamme vaikean sairauden murtamana keskikesällä. Hänellä oli pitkä ja vaiherikas hammastekninen ura, joka alkoi aivan neljäkymmenluvun alussa Dental-Laboratoriossa Helsingin Etelärannassa. Sotiemme aikana hän joutui tekemään vaativia töitä kun laboratorion varsinaiset tekijät olivat Isänmaan palveluksessa.

Sirkku Aloitti oman laboratorion toiminnan yhdessä keraamikkoystävänsä Ulla Tängin kanssa 1949 Helsingin Urheilukadulla. Tämän laboratorion hän lunasti myöhemmin itselleen ja työskenteli itsenäisenä aina vuoteen 1967, jolloin hammastehdas VITA pestasi hänet palvelukseensa. Hänen tehtäväkseen muodostui Pohjoismaisten hammasteknikkojen perehdyttäminen metallikeramiin, johon hän itse oli aluksi suhtautunut kriittisesti. Uusi tehtävä innosti kuitenkin häntä ja hän sai nähdä koko tämän alueen kehittymisen varmaksi tulevaisuuden menetelmäksi. Sirkun kurssit Pohjoismaissa olivat huolella valmisteltuja ja antoisia. Hän osasi iloisella suhtautumisellaan luoda oppilaihinsa välittömän ilmapiirin, joka innosti heitä tällä hammastekniikan uudella alueella.

Hammasteknikko-opisto kiinnostui myös hänen opettajan lahjoistaan ja Sirkku toimi pitkälti toistakymmentä vuotta kurssittajana opistossa. Hän olikin varsin sopiva henkilö tähän tehtävään, sillä tuskin kemelläkään toisella keraamikolla oli hänenlaistaan kokemusta erilaisista työmenetelmistä ja ainesta. Sirkku nähtiin suurissa mannanmaisissa alan näyttelyissä esittelemässä alan viimeisiä uutuuksia. Hän oli äärimmäisen rehellinen arvioinneissaan aineitten ja menetelmien käytäntöön soveltamisesta ja esitti mielipiteensä monilla kielillä.

Ollessaan kotimaassa hän viihtyi parhaiten loma-asunnollaan Porkkalan niemen kärjessä. Vielä viimeisillä voimillaan hän palasi sinne katsomaan kallioon hakattua ornamenttia, jossa risti, ankuri ja sydän viestivät hänelle elämän kolema hyvettä: uskoa, toivoa ja rakkautta, joita hän arvosti.

Lars Nordberg

Suomen Hammasteknikkoseuran syysluento- ja kokouspäivät 28.-29.10.1994 Helsingissä

Perjantai 28.10. Hammasteknikko-opisto ja Plandent, Helsinki
10.00 - 17.00 Rankakurssi (teoria- ja työkurssi, max. 12 osallistujaa)
Hinta: jäsenet 480,-, muut 680,- Ht-opisto
Ilmoittautuminen 26.9. klo 9.00 alk. puh 90 - 8 275 475
18.00 - 18.30 Avajaiscocktailtilaisuus, Plandent, Herttoniemi
19.00 - 20.00 SHtS ry:n syyskokous
20.00 - tarjoi lu jatkuu...

Lauantai 29.10. Syysluentopäivä, Hotelli Hesperia, Helsinki
Hinta (sis. kahvit ja lounas): jäsenet 440,-, muut 690,-
09.00 - 10.00 Kahvi ja näyttelyyn tutustuminen
10.00 - 10.15 Laatu ja hinta
10.15 - 10.45 ISO 9000 laatujärjestelmä hammasalalla
Hammaslaboratorioliiton info
10.45 - 11.45 Jäljennöstekniikka koko- ja rankaprotetiikassa
11.45 - 13.30 Lounas ja näyttelyyn tutustuminen
12.00 - 13.30 EHTL ry:n liittokokous
13.30 - 14.15 Rankaproteesin suunnittelu
14.15 - 15.00 Eläketurvaksi tulevaisuudessa, Tapiola-yhtiöt
15.00 - 15.45 Suutaudit
15.45 - 16.00 Kahvi
16.00 - 16.45 Kriittisiä vaiheita rangan istuvuuden kannalta

Ilmoittautumiskaavakkeet postitetaan syyskuun lopulla.

Lisätiedot puh 90 - 455 4553 / Vesa Valkealahti.

Seuraava Hammasteknikko -
lehti ilmestyy 2.12.94

Aineiston siihen oltava
toimituksessa 1.11.94

Sisältö:

Pääkirjoitus 2

Kuitukomposiitti
proteesimateriaaliksi? 4
- Pekka Vallittu, HLK, HT, vt. assistentti,
protetiikan ja purentafysiologian laitos,
Kuopion Yliopisto

Laatu
hammaslaboratoriossa 6
- Insinööri Ilmari Moilanen
ja HTM Jorma Päivinen

Keraamisten korjaavien
hammasmateriaalien
tyypilliset ominaisuudet ja
niiden vaikutus kliiniseen
käyttöön.
Osa 1: Nykyiset hammas-
keraamiset materiaalit 8
- Rainer Hahn, HLT
das dental-labor (1) 1994
käännös HT Teppo Sarpila

Kipinätyöstömenetelmä 14
- Jukka Nevalainen
Syventävien opintojen seminaarityö, 1993,
Valtion Hammasteknikko-opisto, Helsinki

Kuitukomposiitti proteesimateriaaliksi?

Pekka Vallittu, HLT, HT,
protetiikan ja purentafysiologian laitos, Kuopion yliopisto.

Hammaslääketieteen hoitomenetelmien kehittyessä asetetaan materiaaleille yhä suurempia vaatimuksia. Kasvavien vaatimusten ulkopuolelle ei ole myöskään jäänyt hammasprotetiikka, jossa materiaalien tuntemus ja käsittelytaito on tunnetusti keskeisessä asemassa. Eräs hammasproteesimateriaaleihin liittyvä ongelma on akryylimuovin heikohko lujuus suun olosuhteissa. Voidaanko akryylimuovin ominaisuuksia parantaa kehittämällä siitä komposiittimateriaali? Käsittelen tässä artikkelissa väitöskirjatutkimuksessani saami tuloksia akryylikomposiiteista.

Komposiitti

Komposiitti on kahdesta tai useammasta eri aineosasta muodostunut materiaali, jonka ominaisuudet poikkeavat lähtömateriaalien ominaisuuksista. Yleisimmin komposiitit koostuvat muovista ja sitä lujittavista epäorgaanisista hiukkasista, mutta komposiittien lähtöaineina voivat olla myös metallit ja keraamit. Muoveista sekä kesto- että kertamuoveista voidaan valmistaa komposiitteja.

Hammaslääketieteessä paikkausmateriaalina käytetään komposiittia, niin sanottua yhdistelmämuovia. Yhdistelmämuovissa lujittavana faasina ovat piidioksidihiukkaset, joilla parannetaan lähinnä muovin kulumiskestävyyttä ja pienennetään polymeroitumiskutistumista. Mikäli lujitteilla halutaan lisätä muovin taiputus- ja väsymislujuutta on lujittavan faasin oltava kuitujen muodossa. Kuiduille on tyypillistä niiden suuri pituus suhteessa poikkileikkauksen mittoihin. Kuitukomposiitit voidaan jakaa ryhmiin kuitujen pituuden ja suuntautuneisuuden mukaan (taulukko). Nykyään tuotetaan lukuisia erilaisia kuitutuotteita kuten lankoja, kudoksia ja mattoja. Erilaisia käyttötarpeita varten on kehiteltävissä kuitutuote, jonka pintakäsittely ja muoto täyttävät sille asetetut vaatimukset.

Komposiitin ominaisuuksiin vaikuttavat useat eri tekijät. Tärkeimpiä näistä ovat muovissa olevien kuitujen määrä, niiden suuntautuneisuus ja kuitujen kiinnittyminen ympäröivään muoviin. Myös kuitujen mekaanisten ominaisuuksien on oltava sopivat vahvistettavan muovin kanssa. Venyvillä kuiduilla ei voida lujittaa haurasta muovia. Mikäli tuotteeseen kohdistuvan kuormituksen suunta tunnetaan, voidaan lujitekuidut suunnata oikein suurimman lujuuden saavuttamiseksi. Jatkuvilla yksisuuntaisilla kuitulujitteilla saavutetaan suurin lujuuden lisääntyminen vahvistamattomaan muoviin verrattuna.

Kuitukomposiittien ominaislujuus, lujuus suhteessa massaansa, on suurempi kuin esimerkiksi teräksellä. Monille kuitukomposiiteille on tyypillistä jännityksen ja muodonmuutoksen lineaarinen suhde. Tämän takia komposiitin lujuusominaisuudet voidaan käyttää paremmin hyödyksi verrattuna metalleihin. Kuitukomposiittien

yleisimmät käyttökohteet ovat tällä hetkellä ilmailu- ja urheiluvälineiteollisuudessa, mutta myös monia lääketieteellisiä sovelluksia on jo olemassa.

Kuitukomposiitit hammaslääketieteessä

Hammaslääketieteessä kuitukomposiitteja on tutkittu lähinnä proteesiopin piirissä. Tutkimuksen kohteena on ollut proteesiakryyliin, PMMA:n lujittaminen erilaisilla kuiduilla. Lasi-, hiili/grafiitti-, aramidi- ja polyetyleenikuituja on tutkittu PMMA:ta lujittavana faasina. Tutkimustulokset ovat osoittaneet, että jatkuvilla yksisuuntaisilla kuiduilla on PMMA:ta lujittava vaikutus. Käytetyt kuitupitoisuudet ovat kuitenkin olleet varsin alhaisia, eikä kliinisesti merkittävää lujuuden lisääntymistä ole saavutettu. Syynä kuitujen alhaiseen pitoisuuteen muovi matriksissa on kuitujen lateraalinen siirtymisen aikana. Ilmiö esiintyy etenkin hiili- ja aramidikuituja käytettäessä.

Toinen ongelma kuitujen käsittelyssä hammasproteettiselta kannalta on ollut PMMA-MMA-taikinan huono tunkeutuminen kuitunippujen sisään. Tunkeutumista on pyritty parantamaan kostuttamalla kuidut MMA-nesteellä ennen kuitujen asettamista

akryyliin. Kuitulujitteisen proteesin valmistamisessa esiintyneiden ongelmien takia on useissa tutkimuksissa todettu kuitukomposiittien käyttämisen olevan mahdollista tavanomaisessa hammasproteesin valmistuksessa. Lisäksi akryylistä esiintyntyvien kuitujen päiden on raportoitu aiheuttavan suun limakalvon ärsyyntymistä. Tätä taustaa vasten käynnistettiin Kuopiossa tutkimushanke PMMA-kuitukomposiitin kehittämiseksi.

Tutkimuksen alkuvaiheessa selvitettiin E-lasi-, hiili/grafiitti- ja aramidikuitujen adheesiota PMMA:han ja sen vaikutusta akryyliin lujuuteen. Adheesiota kuitujen ja polymeerien välillä parannetaan silaaniyhdisteiden avulla. Lasikuitujen ja aramidikuitujen kiinnittymistä kuumapolymeroitavaan PMMA:han voidaan parantaa selvästi gammametakrylopropyyltrimetoksisilaanin avulla. Pyyhkäisyelektronimikroskooppikuvat osoittavat kuinka hyvin PMMA kiinnittyy lasikuidun pintaan (kuva 1). Hyvä adheesio kuitujen ja PMMA:n välillä parantaa kuitukomposiitin lujuutta. Lujittuminen tapahtuu rasituksen siirtyessä PMMA:sta lujitekuitujen kannettavaksi.

Kuitujen määrä PMMA matriksissa vaikuttaa komposiitin lujuuteen. Tavanomaisessa

Kuva 2. Hammasproteesien väsymistä voidaan tutkia kokeellisesti. Kuvassa suun olosuhteita jäljittelevä mittalaite, jonka avulla verrattiin lasikuitulujitteisen ja vahvistamattoman proteesin taiputusmodulin muutoksia. Kuitulujitteinen proteesi todettiin resistentimmäksi väsymiselle kuin vahvistamaton.



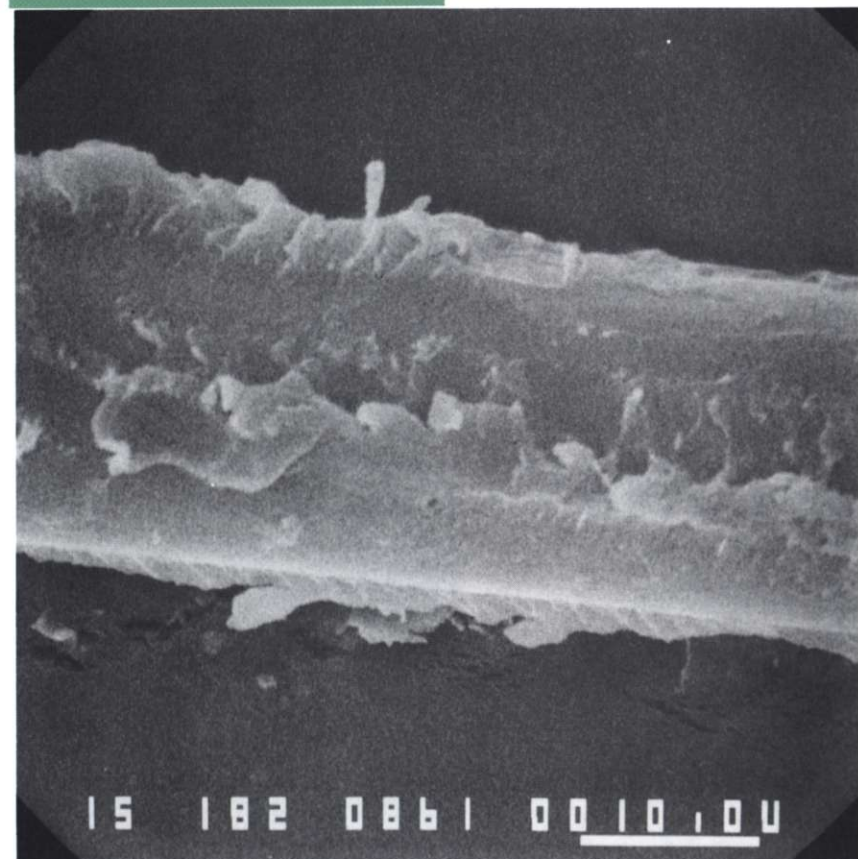
Kuitukomposiitit voidaan luokitella kuitujen pituuden ja suuntautuneisuuden mukaan. Yhdensuuntaisilla jatkuvilla kuiduilla saavutetaan suurin lujuus esimerkiksi hammasproteeseille.

JATKUVAKUITUKOMPOSIITIT	- yksisuuntaiset kuidut - kaksisuuntaiset kuidut - järjestäytymättömät kuidut
LYHYTKUITUKOMPOSIITIT	- suunnatut kuidut - järjestäytymättömät kuidut

Taulukko.

hammas
tekniikka

Kuitulujitteisen kokoproteesilevyn väsymistä on tutkittu tarkoitusta varten rakennetulla mittalaitteella (kuva 2). Mittauksessa on määritetty proteesin pohjalevyn väsymisestä aiheutuva taiputusmodulin aleneminen toistuvan kuormituksen aikana. Yläleuan kokoproteesin muotoiseen koekappaleeseen kohdistettiin tutkimuksessa 100 N voima 300 ms välein. Kuormituskertojen kokonaismäärä proteesia kohden oli 500000, joka vastaa proteesin käyttämistä noin yhden vuoden ajan. Mittaukset osoittivat lasikuitu-



Kuva 1. Adheesio kuitujen ja matriksimuovin välillä on tärkeä komposiitin lujuudelle. Pyyhkäisyelektronimikroskooppikuvassa näkyy yksittäisen lasikuidun pintaan kiinnittynyttä proteesiakryyliä.

lujitteisen proteesin olevan selvästi resistentimpi väsymiselle kuin vahvistamaton.

Pohdintaa kuiduista hammasproteeseissa

Kuitukomposiiteilla voidaan lujittaa proteesiakryyliä huomattavasti enemmän kuin tavanomaisilla metallivahvikkeilla. Kuitukomposiittien käyttämisessä proteesivahvikkeena on vielä kuitenkin eräitä ongelmia. Yksi näistä on esivalmistettujen kuitulujitteiden huono säilyvyys. Säilyvyys jääkaappilämpötilassa on vain muutamia vuorokausia - jäädyttämällä esivalmistee säilyvyyttä voidaan kuitenkin pidentää. Kuitulujitteiden valmistaminen alusta alkaen hammaslaboratoriossa ei ole niiden valmistusprosessin takia helppoa eikä taloudellisesti kannattavaa. Tästä syystä esivalmisteen kehittäminen paremmin säilyviksi on välttämätöntä, jotta lujitteita voidaan käyttää proteesien valmistuksessa.

PMMA-lasikuitukomposiitin väsymisominaisuuksia on edelleen tutkittava. Käynnissä olevan tutkimusohjelman tarkoituksena on selvittää väsymismurtuman etenemistä kuitu-lujitteisessa hammasproteesissa. Kliininen tutkimusvaihe on myös käynnistymässä Kuopion yliopiston hammasklinikalla. Näiden tutkimusten perusteella voidaan päätellä kuitulujitteisten hammasproteesien edut tavanomaisiin proteeseihin verrattuna. Tällä hetkellä kuituvahvikkeiden käyttäminen on mahdollista vain kuumapolymeroitavan akryylin kanssa. Proteesin korjauksissa käytettävä kylmäakryyli ei sovellu kuitukomposiitin lähtöaineeksi. Kylmäakryylin polymeroitumisreaktion kemiallinen käynnistyminen ei mahdollista hyvää kuitujen ja PMMA:n välistä adheesiota.

Kuitulujitteiden käyttäminen edellyttää konventionaalista akryylin puristustekniikkaa - injektioakryyleiden ja kaatoakryyleiden käyttäminen kuitujen kanssa ei ole vielä mahdollista. Jatkuva yksisuuntainen kuitukomposiitti on herkkä valmistusvirheille. Pienetkin virheet kuitujen suuntauksessa vähentävät komposiitin lujuutta ratkaisevasti. Tämän vuoksi komposiittiproteesin valmistamiseen on paneuduttava huolellisesti jo proteesin suunnitteluvaiheessa. Tarkka ja huolellinen laboriotekniikka on edellytys työn onnistumiselle.

Kuitukomposiittien käyttäminen muuhun kuin vain irtoproteesien vahvistamiseen näyttää olevan myös mahdollista. Komposiittien hyvät lujuus- ja kosmeettiset ominaisuudet mahdollistavat niiden käyttämisen monilla hammasprotetiikan alueilla. Komposiittiproteesien valmistusmenetelmien kehityessä metallisten proteesirakenteiden osuutta voidaan vähentää korvaamalla ne komposiiteilla. Uudet komposiitit, kuten useista eri kuitutyypeistä koostuvat hybridikomposiitit, saattavat tarjota uusia mahdollisuuksia hammasprotetiikkaan. Myös muiden kuin polymeerikuitukomposiittien, esimerkiksi keraamikomposiittien kehityessä, hammasmekaniikka on kokonaan uuden materiaalisukupolven edessä.

Laatu hammaslaboratoriossa

Laatu on jo nyt, mutta varsinkin tulevaisuudessa keskeinen asia hammahuollon eri sektoreilla. Jatkuvan laadullisen ja taloudellisen kilpailukyvyyn ylläpitäminen sekä asiakkaan tyytyväisyyden saavuttaminen vaatii kaikilta samansuuntaista halua toiminnan kehittämiseksi.

Työn helpottamiseksi yritys voi laatia oman laatujärjestelmän ja dokumentoida sen laatukäsikirjaksi SFS ISO 9000 -laatu-standardin pohjalta. Kunnianhimoisena tavoitteena voidaan pitää laatukäsikirjan 1. version valmiiksi saamista 1-2 vuoden kuluessa työn aloittamisesta.

Laatukäsikirjan tarkoitus on:

- toimia työ- ja toimintaohjeena yrityksessä kaikissa liiketoimintatilanteissa.
- antaa asiakkaalle kuvaus yrityksen laadunvalvontamenettelystä ja vakuuttaa asiakas toiminnan laadukkuudesta
- saada aikaan yrityksessä työ- ja kustannustehokkuutta virhetointojen ja tuotevirheiden vähentymisen myötä.

Mitä laatu on hammaslaboratoriossa

Tuotetta tai palvelua voidaan katsoa potilaan, hammaslääkärin ja hammaslaboratorion näkökulmasta. Asiakkaan kokemus tuotteen kokonaislaatu muodostuu ainakin kolmesta laadun eri ulottuvuudesta: 1) tekninen laatu, 2) palvelun laatu, 3) mielikuvallinen laatu (kaupallinen laatu, joka muodostuu asiakkaan omien kokemusten ja ympäristöstä saatujen virikkeiden perusteella).

Laatu voidaan myös jakaa asiakkaan havaitsemaan laatuun ja siihen laatuun, jota asiakas ei aina havaitse. Huonon yrityksen sisäisen toiminnan laadun vuoksi asiakkaalle asti päässeet virheelliset tuotteet aiheuttavat asiakkaassa mielikuvan tuotteen huonosta teknisestä laadusta. Toiminnan laadulla varmistetaan, että yritys tuottaa suunniteltua laatua virheettömästi, tehokkaasti ja taloudellisesti kaikissa olosuhteissa.

Asiakkaa havaitsevia laadun ominaisuuksia hammaslaboratoriossa ova mm. odotusaika, toimitusaika, toimitilat, puhtaus, toimitusvarmuus, huomaavaisuus, luotettavuus, vuorovaikutuksen miellyttävyys, tuotteen käyttökelpoisuus, mukavuus, esteettisyys ja kestävyys jne. Ominaisuudet, joita asiakas ei aina havaitse: tuotantoprosessissa tehdyt ja korjatut virheet, tuotantohenkilöiden määrä,

työvälineet, koneet, materiaalin määrä ja laatu, tuotantoprosessin puhtaus, tuotantohenkilökunnan ammattitaito jne.

Laadun todentamistyössä asiakkaan näkökulma ja yrityksen kustannustehokkuus ovat ne perusasiat, minkä pohjalta laatumittarit on kehitettävä. Asiakkaan näkökulman selvittämiseksi yrityksen on kehitettävä systemaattinen palautejärjestelmä, joka palkitsee sekä palautteen pyytäjän että antajan. Kustannustehokkuuden mittarit löytyvät kirjanpidon puolelta.

Laadun kehittämistyötä on lähdeittävä toteutamaan toiminnan laadun kautta. Ihmisen toimintaan vaikuttaminen on vaikea ja pitkä prosessi, koska sitä säätelee paitsi looginen ajattelu, myös tunne- ja arvomaailma, joiden voidaan ajatella muodostavan asenteet ja jotka vaikuttavat käyttäytymiseen, joka ei aina siten ole järkevillä perustellavissa. Laadun kehittämistyössä on pystyttävä vaikuttamaan henkilöstön asenteisiin. Tämä voidaan tehdä kehittämällä yhteistyössä organisaatiolle sellaiset arvot, jotka ohjaavat toimintaa haluttuun laadulliseen suuntaan siten että kukin on osaltaan vastuussa tuottamastaan laadusta.

Hyvä lopputulos laadun kehittämisessä voi jäädä saavuttamatta jos asiakkaalta ei saada jtkuvasti palautetta. Asiakaspalautejärjestelmä toimii laadun mittaamisen apuvälineenä ja aloitteiden tekijänä pyrittäessä yhä parempaan laatuun.

Yrityksen johdon rooli on merkittävä. Johdon on hallittava laatujohdantamisen ja -ajattelun periaatteet ja osattava soveltaa niitä käytäntöön. Johdolta edellytetään vilpittöntä sitoutumista laadun kehittämiseen voidakseen toimia uuden toimintatavan esimerkkinä henkilökunnalle. Johto viimekädessä määrittelee yrityksen toiminta-ajatuksen ja laatu politiikan.

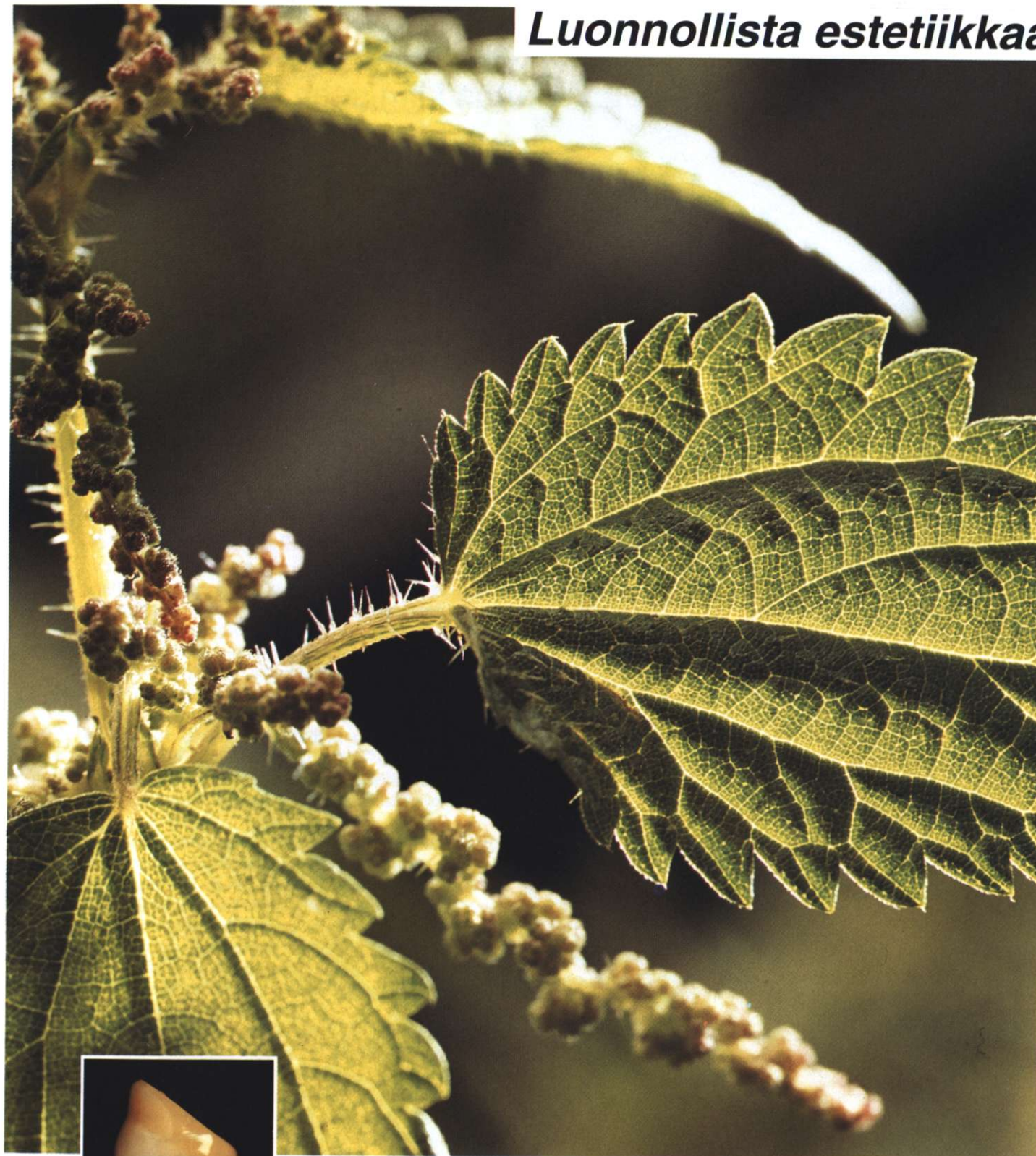
Henkilöstö on pääosassa varsinaisessa laatujärjestelmän kehittämistyössä. Perusajatus on että jokainen on oman tehtävänsä paras asiantuntija ja omaa parhaan edellytykset kehittää oman toimintansa laatua. Henkilöstön mahdollisimman laajalla osallistumisella laatutyöskentelyyn heti alkuvaiheessa varmistetaan parhaiten uuteen toimintatapaan sitoutuminen ja ymmärretään oman toiminnan vaikutus kokonaislaatuun.

Ilmari Moilanen ja Jorma Päivinen

Kirjallisuutta

- Agarwal BD. Fracture toughness of fiber-reinforced composites. Kirjassa: Cheremisinoff NP toim. Handbook of ceramics and composites. Vol 1. New York: Marcel Dekker Inc, 1990:269-305.
- Cheng YY, Hui OL, Ladizesky NH. Processing shrinkage of heat-curing acrylic resin reinforced with high-performance polyethylene fibres. Biomater 1993;14:775-80.
- DeBoer J, Vermilyea SG, Brady LC. The effect of carbon fiber orientation on the fatigue resistance and bending properties of two denture resins. J Prosthet Dent 1984;51:119-21.
- Ekstrand K, Ruyter IE, Wellendorf H. Carbon/graphite fiber reinforced poly(methylmethacrylate): properties under dry and wet conditions. J Biomed mater res 1987;21:1065-80.
- Gutteridge DL. The effect of including ultra-high-polyethylene fibre on the impact strength of acrylic resin. Br dent J 1988;164:177-80.
- Goldberg AJ, Burstone CJ. The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. Dent Mater 1992;8:197-202.
- Ladizesky NH, Chow TW. The effect of highly drawn polyethylene fibres on the mechanical properties of denture base resins. Clin Mater 1990;6:209-25.
- Ruyter IE, Ekstrand K, Björk N. Development of carbon/graphite fiber reinforced poly(methylmethacrylate) suitable for implant fixed dental bridges. Dent Mater 1986;2:6-9.
- Vallittu PK. Factors contributing to the fracture of an acrylic resin based denture. A study to improve the mechanical properties of polymethylmethacrylate with continuous fibres. Kuopion yliopiston julkaisuja B. Hammaslääketiede 6. 1994. Väitöskirja.

Luonnollista estetiikkaa



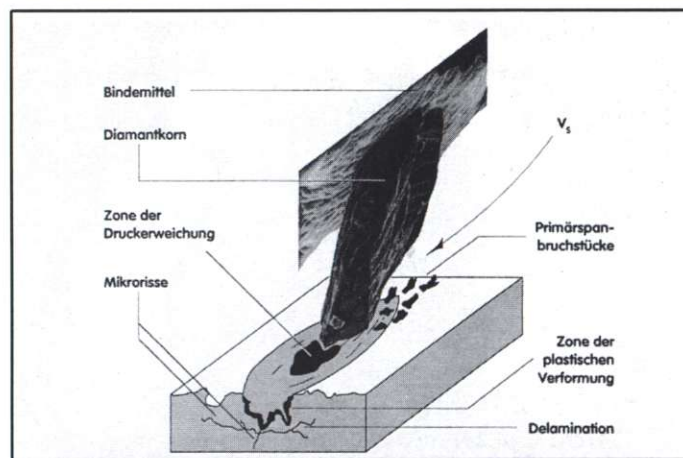
Hyvät proteesihampaat voivat antaa uutta elinvoimaa käyttäjälleen ja olla fyysisen hyvinvoinnin alkulähde.

Korkealuokkaisten materiaalien, monivärikerrostuksen ja fysiologisen muotonsa ansiosta Ivoclar-hampaat saavat aikaan elävän ja esteettisen lopputuloksen.

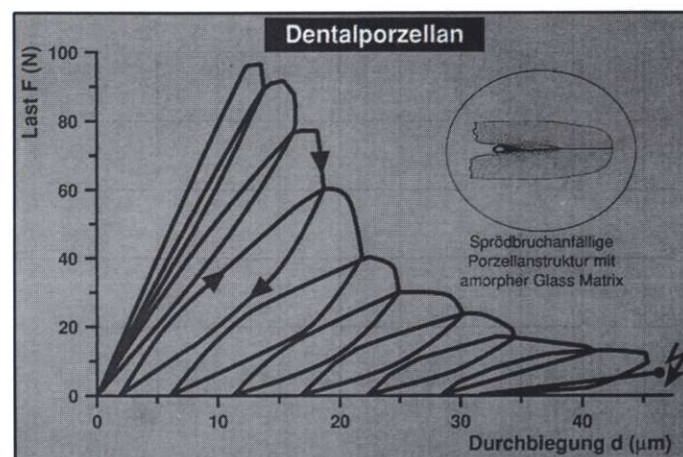
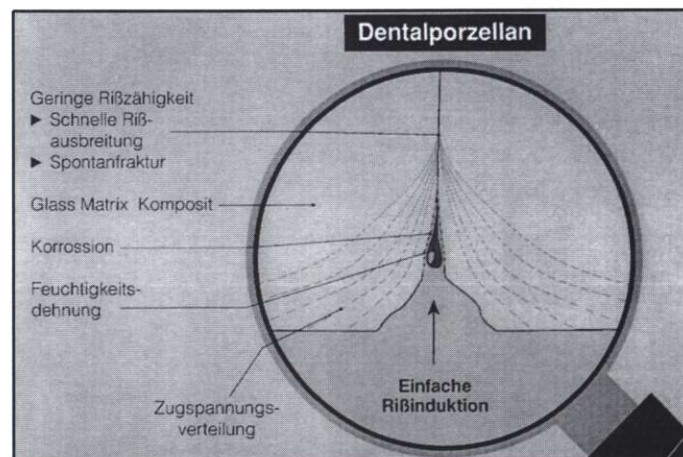
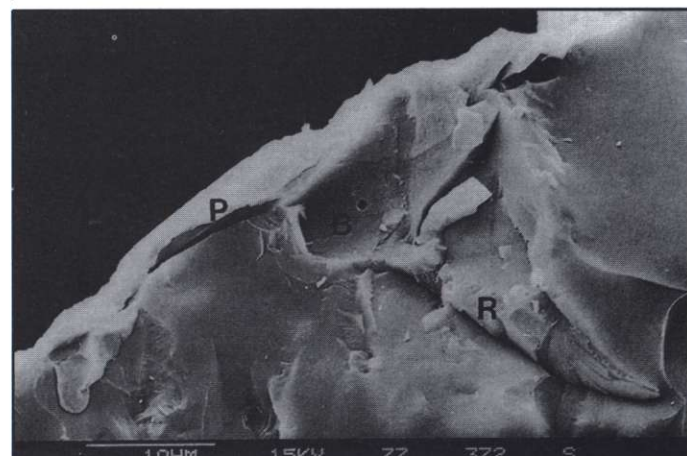
Ivoclar-hampaat täyttävät luonnolliset toimintaedellytykset ja siksi niiden edut tunnustetaan ja niitä arvostetaan maailmanlaajuisesti.

Hammasväline Oriola oy

IVOCCLAR



Kuva 6. Timantityöstö (kaavamainen) Posliinia hiovan työkalun sintraamalla kiinnitetyt timanttikappaleet tulevat voimalla vaikutuskohtaan, jossa syntyy puristuspehmentymistä ja plastista muodonmuutosta. Seurauksena on työstöalueelle syntyviä mikrohalkeamia, jotka ovat pinnan suuntaisesti tai sitä kohtisuoraan.

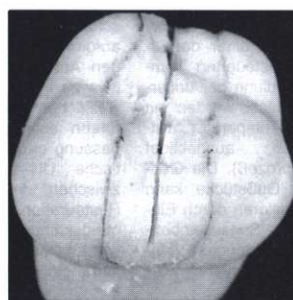


(ns. kameleonttivaikutus). Yksittäisiä värivaikutelmia voidaan saada aikaan vain pintamassoilla, joiden lämpölaajenemisominaisuudet ovat samoja kuin perusaineen tai käyttämällä värjättyjä lasitemassoja (maaleja) (kuvat 10a-d).

Muotoonsintraus (kerrostustekniikka)

Luonteenomaisinta tälle tekniikalle on, että itse valmistetaan pulveri/vesimassa, joka kerrostetaan suoraan valmiiseen muotoonsa (kuva 4). Kosteusylimäärä imetään pois paperilla ja työ kuivataan uunissa. Varsinaisessa poltossa nouseva lämpötila sulattaa ensin työn kulmia ja reunoja. Eri partikkeleiden välillä syntyy ns. siltamuodostus. Tällaisessa "sulautumisessa" tapahtuu melkoista tilavuuden häviämistä kappaleen keskiosissa. Jotta tämä kutistuminen voidaan hallita, kerrostaminen tapahtuu vähitellen usealla poltolla lämpövakaan metallisen apurakenteen päälle (esim. platinafolio tai poltonkestävän upotusmassa). Ennen ensimmäistä ja toista polttoa kutistuma suunnataan haluttuun suuntaan ohjausviilloilla (kuva 11).

Kolmannessa poltossa tehdään varsinainen muoto ja väri. Työ sovitetaan mallille ja puretaan. Kiilto työhön saadaan joko kiillottamalla mekaanisesti tai lasittaen (kuvat 12a-d). Tekniikassa on mahdollista yksityiskohtainen värin ja läpikuultavuuden hallinta esim. laminaateissa tai osalaminaateissa (kuvat 13a-d).



Kuva 11. Muotoonsintraus. Kutistumasuunnan ja sisäisten jännitysten säätötekniikaksi täytteen tehdään perusmassaan/opakkiin ulottuvat viillot.

Hammaskeraamisten materiaalien nykyinen kehitys suuntautuu melkoisen suureen täyteainepitoisuuteen. Korkea leusiittipitoisuus (Optec, Empress), spinellien lisäys tai zirkoniumoksidin käyttö johtaa taivutuslujuuden lisääntymiseen. Tosin annetut "lujuusarvot" ovat usein erilaisia ja aikaansatu mittauksilla, jotka eivät ole keskenään vertailukelpoisia, joten arvoilla on vain rajallista merkitystä (8). Jotta lujuus kasvaisi, lisätään lasisidosaineeseen täyteainekiteitä, mutta samalla läpikuultavuus pienenee.

In-Ceram-systeemissä toimitaan toisin päin. Siinä kipsitapin päälle kerrostettu "täyteainerunko", joka on erikoista alumiinioksidia, poltetaan 1120°C asteessa. Koska esitiivistys on vähäistä ja poltto tapahtuu 500°C astetta alle alumiinioksidin varsinaisen sulamislämpötilan, runko jää huokoseksi, joten sen tiiviys ja lujuus ovat vähäiset. Tosin tämä valittu polttotapahtuma estää rakeen kasvun ja näin ollen tilavuuden muutos on vähäistä. Hammaskeraamille tyypillinen lasisidosaine, (tässä Boori-Lanthan-väriä), imetään In-Ceram-

Kuva 7. Selvä REM-kuva erään maasälpäposliinin pinta-alueesta, kun sitä on työstetty timanttioralla. Työstöalueella on syntynyt kolmiulotteisen rakenteensa takia pinnan suuntaisia (P) ja siitä kohtisuoriaan (R) lähteviä mikrohalkeamia. Samalla voidaan havaita syntynyt tilavuusvirhe (huokonen) (B).

Kuva 8. Korrosio (kaavamainen yksityiskohta suurennos kuvasta (3). Kosteudenimur takia vesi tunkeutuu mikrohalkeamaan ja aiheuttaa vedon ja korrosiovaikutuksen takia halkeaman kasvua, ilman että mikään rasittaisi kappaletta.

Kuva 9. Väsymishajoaminen. Rasitettu halkeamakasvu ja hydrolyysi-ilmiö vaikuttavat, että posliinikappale kestää vähemmän ja vähemmän toistuvaa rasitusta, joka johtaa väsymismurtumaan.

syteemissä alumiinioksidirunkoon erityisen poltto-prosessin aikana. Tällöin alumiinioksidin pintakerros osittain kiteytyy ihannerakenteeseen. Tyypilliset käsittelyvirheet hammaslaboratoriossa eivät vaikuta kovin paljoa imeytyspolton yhteydessä. Tosin suuret virheet vaikuttavat kriittisen murtolujuuden alenemiseen. Murtumistaipumuksen arvot ja hajoama, sekä suun oloissa tapahtuvan halkeamakasvun ja kosteuden-imuefektin vaikutus murtolujuuteen ei ole vielä tunnettua.

CAD/CAM-työstö

Eräs perusteellinen parannus mekaanisiin ominaisuuksiin ja työn luotettavuuteen kohteessa aikaansaadaan tehdasvalmistetuilla aihioilla, jotka muotoillaan poistavalla työstöllä.

CAM/CAM-työstössä preparoidun kohteen mitat ja muodot, kuten myös kontaktihampaat ja vastapurenta mitataan digitaalisesti ja tallennetaan tietokoneeseen (CAD-tekniikka). Näillä tiedoilla lasketaan työlle mitat ja muodot ja arvot syötetään työstölaiteelle, joka tietokoneen ohjaamana valmistaa halutun kappaleen (CAM-työstö).

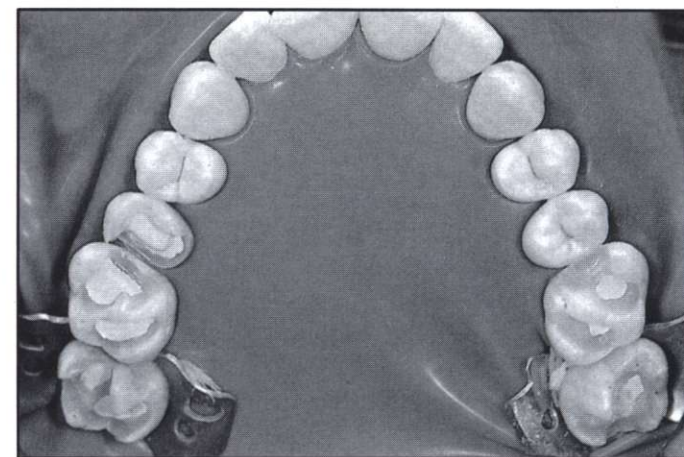
Hammastekniikassa hauraankovan keraamisen materiaalin työstöön käytetään CAM-systeemejä (mm. Cerec, Denti CAD-system, Sopha CAD/CAM) ja kopiojyrsintämenetelmiä (mm. Celay). Työstö tapahtuu timanttiterillä (kuvat 6, 7 ja 14a,b). Murtumavapaan ja korkean lujuuden omaavaa kohdetta ei voida valmistaa tällä työstömenetelmällä, koska murtuma on keraamisen aineen luonteenpiirre, jos sitä työstetään timantilla (7). Etuja (suositeltavuuskohteita, valmistustekniikat, luotettavuus) ei ole verrattuna normaaleihin hammaslaboratoriossa kerrostustekniikalla valmistettuihin töihin (3,9).

TOIMIVUUSENNUSTE

Kokokeraamisten rakenteiden toimivuusennuste riippuu valmistuksessa aiheutuneiden sisäisten virheiden määrästä ja koosta, sekä käytetyn materiaalin virheensietokyvystä. Mitä korkeampi materiaalitekninen virheensietokyky (esim. sisäisten halkeamien vastustus) on, sitä parempi on toimivuusennuste.

Kemiallisen koostumuksensa ja rakenteensa, kuten myös valmistuksessa tapahtuvien tilavuus- ja pintavirheiden takia, siikaattikeraamiset hammasposliinit omaavat vähäisempiä taivutuslujuuksia ja halkemavastustusta (haurasmurtumakäyttäytyminen). Tosin luvut ovat luonteenomaisesti laajalla hajonnalla. Lisäksi kappaleissa, joita on rasitettu, näkyy leikkaustesteissä lasisidosaineesta etupäässä sisäkiteistä, alikriittistä halkemakasvutapahtumaa ja lisääntyvää väsymistä. Kaikki tämä yhdessä mikroimun ja korrosiovaikutuksen kanssa aiheuttaa sen, että ne omaavat vähäisen luotettavuuden nykyisinä kokoposliinirakenteina (kuva 9).

Lujittaminen voimaaleikkaavalla liitoksella, esim. metallisella tukirakenteella tai esivalmistellulla hammaskiilleliitoksella, on siksi tarpeen (9). Posliinitäytteiden liitoslujitus rakentaa voimaaleikkaavan kerroksen vetolujuudesta, vähän kutistuvasta kiinnitysyhdistelmämuovista, joka rakentaa sillan täyteen ja virhepinnan välille, ainakin kaviteetin rajauksen alueella



Kuva 10 a-d (ylhäältä alas). Dicor-inlay täytteet
a) lähtötilanne
b) liitännä(adhesiv)hionta
c) alkusovitus (tarkastusmallilla)
d) tilanne 3:n vuoden jälkeen.



(kuva 15).

Mikroretentiivisen rakenteen ja osittain yhdistelmämuovin kemiallisen liitoksen (silan-kiinnitysaineet) takia käsitellyn kiilteen ja posliinipinnan välille syntyy jännityksiä vähentävä sisäinen leikkausjännitys (kuva 16). Kiinnitysmuovin käyttö vaikuttaa hammasaineeseen ja siten aiheuttaa täyteeseen sille keraamisena aineena edullisen puristusjännityksen. Kiinnitysaineen erillainen kimmomoduli vaimentaa kriittisiä jännityshuippuja.

Etsaustekniikalla (hammas yhdistelmämuovi posliini-täyte) korjatun hampaan lujuus on suurempi, kuin yhden erillisen kiinnitykseen osallistuvan aineen lujuus yksinään. Tällöin esimerkiksi posliinin huono taiputuslujuus ja taipumus halkeamiin tulee melko laajasti korvattua. Kuitenkin nykyisten kokoposliinirakenteiden käyttö yksittäishampaissa on rajattu ja vaatii kiinnitystekniikassa ehdottoman kuivuuden sekä kiertävän, riittävän kiillehuuhtelun. Valmistustekniikka on kallis ja sisältää lukuisia virhelähteitä. Tämän hetkinen käyttökokemus on enemmän kuin kahdeksan vuotta. Kokoposliinikruunut etuhammasalueella sisältävät melkoisen murtumariskin ja niiden korvaamiseen on varauduttava (6,10).

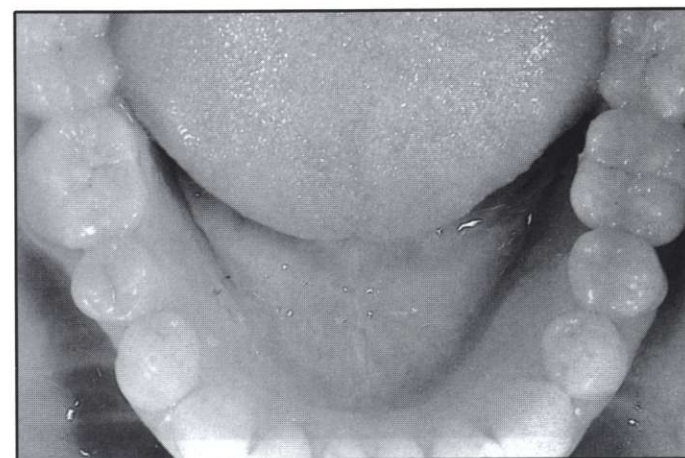
Toisin taas on uuden lujakeramiikan, joka on monokide ja ei silikaattipohjainen. Tämä uusi kehitystuote on perusteellinen parannus lujuuteen ja kliiniseen luotettavuuteen ja kliiniseen käsittelyyn (3,11)

Artikkelisarjan toinen osa julkaistaan myöhemmin Hammasteknikko -lehdessä.

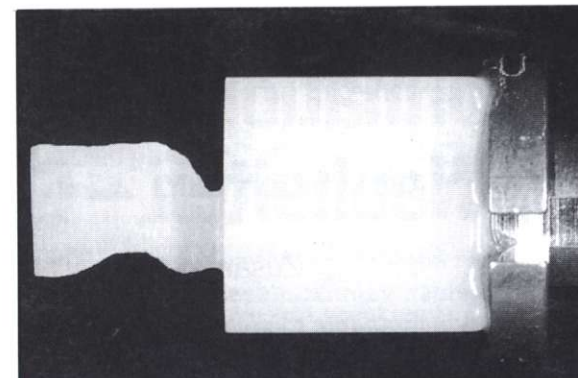
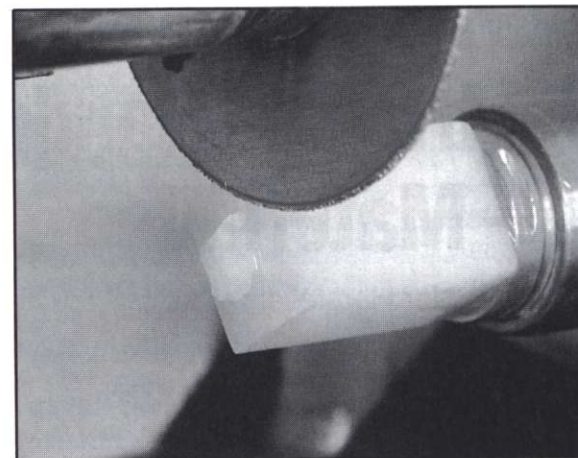
Nämä ongelmat, joita HLT Hahn kuvaa tässä artikkelissaan ovat tosiasia. Asiasta on raportoinut artikkeleissaan myös maailman tunnetuin hammaskerami-asiantuntia prof. John McLean. Posliinin yhdistelmälliseen (sidosaaine on lasia ja täyteaineena on joku kiteinen epämetallinen materiaali) rakenteeseen liittyy ongelma, joka korostuu, kun työstössä kappaleeseen aiheutetaan negatiivinen jännitys, tai jopa jo valmiiksi halkeama. Ongelmaa voidaan pienentää tekemällä rakenteeseen jännityksiä leikkaava tai positiivisia jännityksiä luova kohde (esim metallituenta tai liimaus). Onko In-ceram-runko tällainen jännityksiä leikkaava rakenne jää epäselväksi, koska kirjoittaja toteaa, että asiasta ei ole vielä riittävästi tietoa. On havaittava, että HLT Hahn rinnastaa kaikki nykyiset materiaalit ja tekniikat artikkelin viimeisessä kappaleessa. Kääntäjän huomautus.

Kirjallisuutta

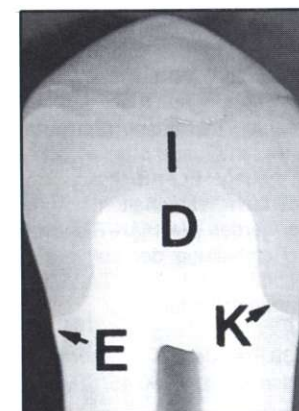
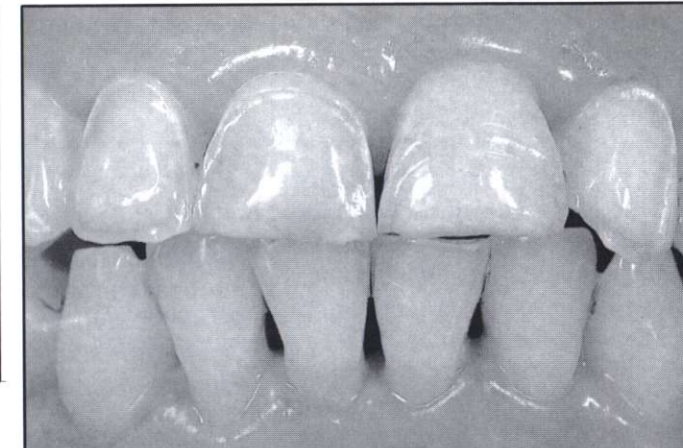
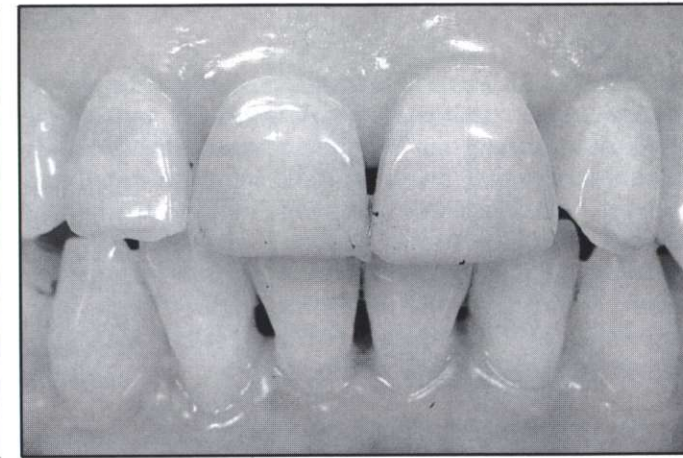
- (1) Hennicke, H.W.: Zum Begriff Keramik und zur Einteilung keramischer Werkstoffe. Ber Deutsch Keram Ges 44, 209 (1967)
- (2) Schüller, K.H., Hennicke, H.W.: Zur Systematik der keramischen Werkstoffe, Ceram Forum Int 6/7, 259 (1985)
- (3) Hahn, R., Löst, C.: Konventionelle Dentalporzellane versus bruchtzähe Hochleistungskeramiken. Dtsch Zahnärztl Z 47, 659 (1992)
- (4) Salmang, H., Scholze, H.: Keramik, Teil 1. Allgemeine Grundlagen und wichtige Eigenschaften. Springer, Berlin 1982
- (5) Munz, D., Fett, T.: Mechanisches Verhalten keramischer Werkstoffe. Springer, Berlin 1989
- (6) Hahn, R., Wolf, M.: Fraktographische Bruchflächenanalyse laminierter vollkeramischer Frontzahnkronen. Dtsch Zahnärztl Z, im Druck
- (7) Hahn, R., Löst, C.: Microstructure and strength analysis of ultrasonically shaped ceramics. Schweiz Monatsschr Zahnmed 103, 844 (1993)
- (8) Hahn, R., Löst, C.: Experimentelle Festigkeitsbestimmung sprödharter Restaurationswerkstoffe. Dtsch Zahnärztl Z 48, 484 (1993)
- (9) Hahn, R.: Ästhetische Zahnheilkunde. In: Riethe, P.: Kariesprophylaxe und konservierende Therapie 2. Aufl. (Hrsg. Rateitschak, K.H.). Thieme, Stuttgart, im Druck
- (10) Erpenstein, H., Kerschbaum, Th.: Frakturrate von Dicor-kronen unter klinischen Bedingungen. Dtsch Zahnärztl Z 46, 124 (1991)
- (11) Hahn, R., Löst, C.: Sonoerosive Fertigung keramischer Zahnrestaurationen. Dtsch Zahnärztl Z 47, 734 (1992)



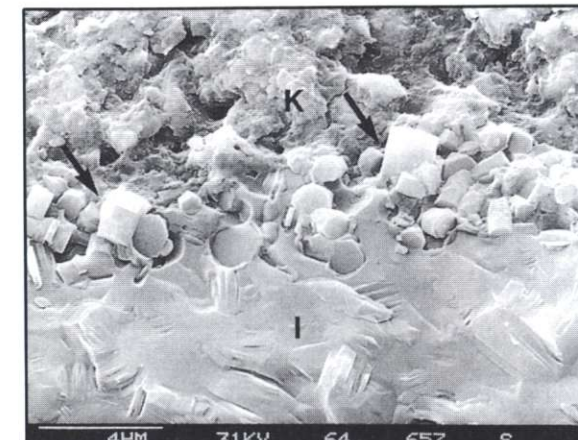
Kuva 12. Yksilöllisesti kerrostetut inlay-posliinitäytteet a) yläleuka alkutilanteessaan b) alaleuka alkutilanteessaan, titaani-sylinteri-implantti alueella 36 c) Tilanne 3:n vuoden kuluttua kiinnittämisestä (Biodent-Inlay-keramik) d) Tilanne kolmen vuoden kuluttua. 36: seen olisi voinut tehdä distaalisesti enemmän muotoa, jolloin 37:n muoto olisi normaali.



Kuva 14 a ja b. Tehdasvalmistetun posliiniahion työstö timanttioralla a) ympäräkaanhiontekniikka asteittaisella ohjauksella (Cerec) b) CAD/CAM tekniikalla työstetty inlay-runko ennen irrotusta ahiosta



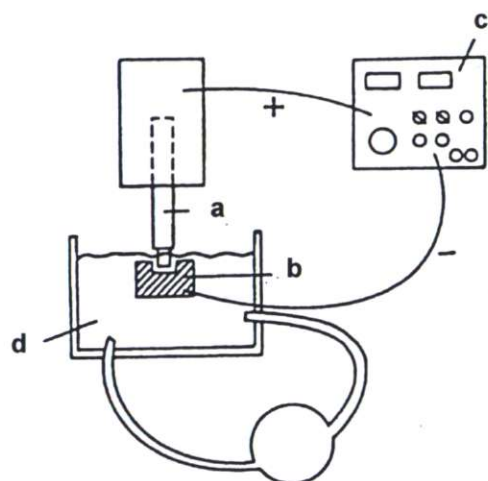
Kuva 15. Liitosvahvistus. Valo-optinen leikkaus mod-posliinitäytteestä (I), kiinnitysmuovi (K) sulkee reunaraon, hapolla syövytetty kille (E) ja käsittelemätön dentini (D).



Kuva 16. Edustava REM-leikkaus kiinnitysmuovin (K) ja posliinitäytteen (I) rajapinnasta. Happokäsittelyssä lasisidosaaine liukenee täyteainekiteen ympäriltä ja halkeamavirheellinen täytteen pinta karheutuu kemiallisesti (nuolet). Silikaattipinnan (I) ja polymerialiinan (yhdistelmämuovi) (K) välistä liitosta voidaan parantaa huomattavasti etsaamalla ja silanoimalla posliini.



Kuva 13. Yksilöllisesti kerrostetut posliinilaminaatit a) Alkutilanne vajavaisine yhdistelmämuovitäytteineen; b) Kiillehionnat kokolaminaattiin 12 ja osalaminaatteihin 11, 21 ja 22 c) tilanne sovituksessa ehdottomassa kosteuden estossa d) kahden vuoden yhteistoiminnan jälkeen.



Kuva 1. Kipinätyöstökoneen kaavakuva. (Andersson et al. 1989:280-281). Kaavakuvassa näkyvät osat ovat:

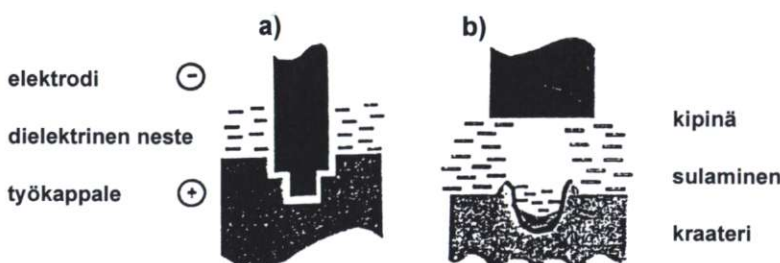
1. Työskentelyosa (a), joka sisältää servo-ohjatun elektrodin, johon asetetaan elektrodi.
2. Alusta (b), johon työstettävä kappale asetetaan.
3. Generaattori (c), jonka avulla saadaan aikaan kipinäeroosio. Lisäksi generaattorin yhteydessä on kontrolliyksikkö, joka ohjaa työpään liikkeitä prosessin aikana.
4. Allas (d), jossa kipinäeroosio tapahtuu dielektrisen liuoksen suojaamana ja jossa samalla myös tapahtuu huuhtelu.

Kipinätyöstömenetelmä

Kipinätyöstöä eri muodoissaan käytetään enimmäkseen teollisuudessa muottien ja työvälineiden valmistuksessa. Kipinätyöstössä työstetään sähköä johtavia metalleja toisiaan seuraavien sähköpurkauksien avulla ja näin saadaan työkappaleesta irtomaan ainetta ja päästään haluttuun muotoon.

Hammastekniikassa kipinätyöstöä käytettäessä periaate on sama. Kipinätyöstöllä saadaan valmistettua erillaisia tarkkuuskiinnikkeitä ja kruunujen runkoja. Tässä työssä selvitetään menetelmän periaatteen tarkemmin ja sen, miten kipinätyöstöä käytetään hammastekniikassa.

Kipinätyöstömenetelmä on kotoisin Neuvostoliitosta. Siellä sähköpurkauksen eroosiovaikutusta koskevat tutkimukset johtivat menetelmään, jossa sähköä johtavien metallien aineenpoistoa voitiin ohjata. Ensimmäiset toimivat kipinätyöstökoneet kehitettiin 1940-luvulla, mutta vasta 1960-luvun puolivälin jälkeen, transistoritekniikan kehittyttyä, ne alkoivat yleistyä nopeasti. Kipinätyöstökoneita käytettiin silloin etupäässä teollisuudessa. Hammastekniikassa kipinätyöstömenetelmää alettiin käyttää 1982, johon mennessä koneitten kokoa oli saatu pienennettyä tarkoituksenmukaisiksi.



Kuva 2. Kipinätyöstön periaate (Weber & Frank 1993:222)

kappaleen välissä on oltava ns. kipinäväly, joka on muutamasta sadasosasta muutamaa kymmenesosaan millimetriä (Ansaharju et al. 1981:233).

Prosessi perustuu itse asiassa nopeasti toisiaan seuraavien sakarapulssien synnyttämiseen, mikä aiheuttaa sen että jotkut kipinät hyppäävät elektrodin ja työkalun

paleen välisen raon yli ja synnyttävät työkappaleen kohdatessaan pieniä kraaterimaisia palamisiälkiä. Impulssien kestoa ja etäisyyttä vaihtelemalla voidaan päästä siihen, että elektrodit eivät kulu juuri ollenkaan.

Virran voimakkuutta ja impulssien taajuutta muuttamalla voidaan vaikuttaa pinnanlaatuun (kraatterien halkaisijaan) (SAE 1988:).

Reaktio tapahtuu dielektrisessä nesteessä, jonka tehtävänä on nostaa energiatihelyä, jäähdyttää työkalua ja työkappaletta sekä huuhdella irronneet ja hajaantuneet hiukkaset kipinävälistä. Eristenesteen tulee olla puhdasta, silloin päästään paremmin ohjattuun purkaukseen. Eristenesteen viskositeetti on hyvin tärkeä. Työstön aikana tapahtuu myös huuhtelu, joka on yksi tärkeimmistä tekijöistä. Huuhtelu voi tapahtua joko työkappaleen tai elektrodin läpi suoraan kipinäväliin tai elektrodin sivusta (SAE 1988:1-3).

Työkaluelektrodi on tavallisesti kytketty jännitelähteen positiiviseen ja työkappale-elektrodi negatiiviseen napaan, mutta myös päinvastaista kytkentää voidaan käyttää (ns. negatiivinen polariteetti). Käytännössä vain työkalusta käytetään nimitystä elektrodi sen polariteetista riippumatta (Nevala 1983:13).

Menetelmän käyttökelpoisuuteen vaikuttaa luonnollisesti työkappaleen ja elektrodin aineen sekä eristenesteen valinta. Optimituloksiin pääseminen taas riippuu paitsi generaattorin oikeasta säädöstä myös hyvästä huuhtelusta.

Tunnetuinta on menetelmän käyttäminen karkaistujen työkappaleitten ja kovametallien työstöön, mutta sitä voidaan yleisesti ottaen käyttää kaikkien sähköä johtavien aineiden työstöön (SAE 1988:1-2). Aineiden lämmönjohtavuus ja sulamislämpötila vaikuttavat työstötuloksiin ja mitä alhaisempia ne ovat, sitä helpompaa aine on kipinätyöstää (Nevala 1983:17).

Kuva 3. Kipinätyöstöporaus (a) ja kipinätyöstökaiverrus (b) (Nevala 1983:15)

ELEKTRODIAINEET

Periaatteessa kaikkia sähköä johtavia materiaaleja voidaan käyttää elektrodina. Sähkönjohtavuuden lisäksi hyvältä elektrodimateriaalilta vaaditaan mm. pientä ominaisvastusta, korkeaa sulamispistettä, alhaista lämpölaajenemiskerrointa, riittävää jäykkyyttä, vähäisiä muodonmuutoksia työstön jälkeen ja edullisuutta.

Elektrodiaineet voidaan jakaa seuraaviin luokkiin: ei metalliset tai seostetut aineet, kuten grafiitti ja metalliset aineet, kuten elektrolyyttikupari ja wolframikupari.

Grafiitti

Grafiitin suosio on suuri lähinnä helpon lastuttavuuden, keveyden ja mitanpitävyyden ansiosta (Nevala 1983: 44). Hyvään työstökykyyn tarkoitetun grafiitin valintakriteeri on tiheys, jonka pitäisi olla 1,6-1,7 g/cm³. Edelleen hienorakeisuudella ja rakeiden suuntautumisella on oleellinen merkitys työstökyvylle ja pinnanlaadulle. Jos työstettävän kappaleen ja vastaavasti elektrodin muoto on monimutkainen ja halutaan päästä hienoon pinnanlaatuun ja vähäiseen elektrodin kulumaan, on hyvä, jos grafiitti on hienorakenteista.

Elektrolyyttikupari ja wolframikupari

Elektrolyyttikupari on hyvä elektrodimateriaali työstettäessä pieniä, tarkkoja muotoja ja pyrittäessä hyvään pinnanlaatuun (Nevala 1983:46). Nykyisen tekniikan tason mukaan käytetään yleensä elektrolyyttikuparia, jonka puhtausaste on 99.9%. Tätä ainetta on suhteellisen

helppo työstää, se on hinnaltaan hyvin taloudellista ja on erittäin hyvä sähkönjohtoin (SAE 1988:2). Wolframikuparin kulumisominaisuudet ovat paremmat kuin elektrolyyttikuparin korkeamman sulamispisteensä ansiosta. Wolframikupari on kuitenkin varsin kallista. Pienen kulumisensa vuoksi se soveltuu parhaiten kovametallien, sekä erityisen pienien ja tarkkojen muotojen työstöön (Nevala 1983:47)

KIPINÄTYÖSTÖMENETELMISTÄ

Kipinätyöstömenetelmät voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: oppokipinätyöstö, kipinätyöstöhionta ja kipinätyöstöleikkaus.

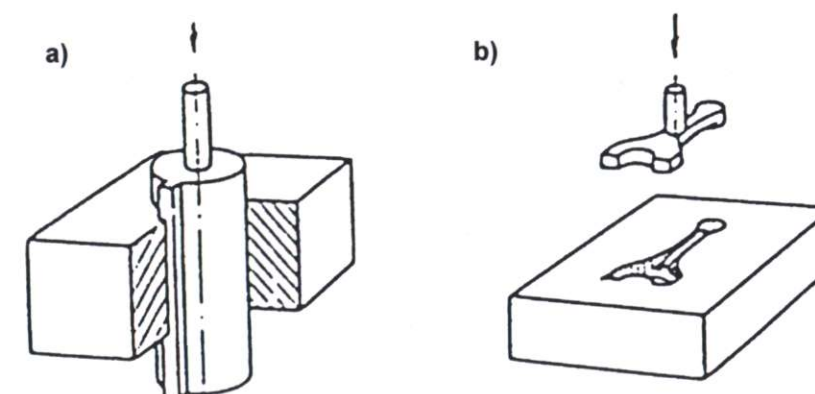
Oppokipinätyöstö eli kipinätyöstöupotus

Kipinätyöstöstä puhuttaessa tarkoitetaan yleensä oppokipinätyöstöä: työstettävästä muodosta valmistetaan ensin negatiivi (elektrodi), jonka avulla se poltetaan työkappaleeseen.

Oppokipinätyöstö jaetaan edelleen kahteen alaryhmään, kipinätyöstöporauksen ja kipinätyöstökaiverrukseen (kuva 3).

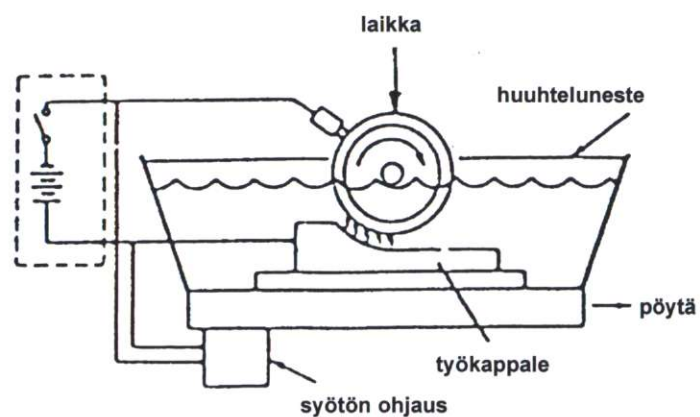
4.2 Kipinätyöstöhionta ja lankakipinätyöstö

Kipinätyöstöhionta on periaatteeltaan tavallisen hionnan ja oppokipinätyöstön yhdistelmä. Siinä elektrodi pyörii hiomalaikan tavoin koskettamatta kuitenkaan työstettävää kappaletta.

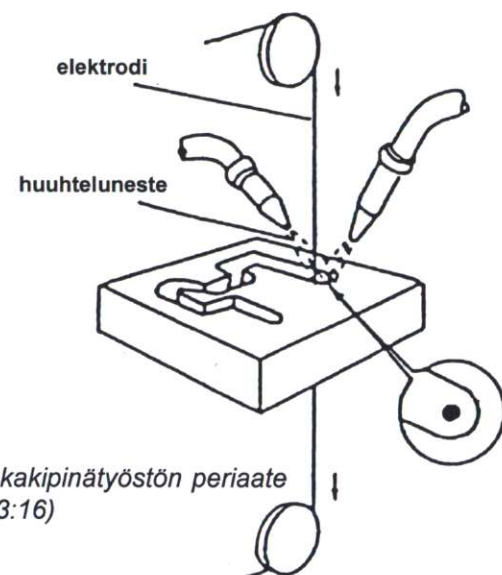


KIPINÄTYÖSTÖMENETELMÄN PERIAATE

Kipinätyöstömenetelmällä saavutettava aineenpoisto perustuu elektrodin (työkalun) ja työkappaleen välisen elektronisen purkauksen eroosiovaikutukseen (SAE 1988:1) (kuva 2.a,b), eli kipinäpurkauksia tapahtuu tuhansia sekunnissa elektrodin ja työkappaleen välillä. Purkaukset kuumentavat ja sulattavat työkappaleen pintaa ja saavat näin aikaan elektronin muodon työkappaleeseen. Varsinaista kosketusta ei saa tapahtua, vaan elektrodin ja työ-



Kuva 4. Kipinätyöstökoneen periaate (Nevala 1983:15).



Kuva 5. Lankakipinätyöstökoneen periaate (Nevala 1983:16).

Lankakipinätyöstö eli lankasahaus on kipinätyöstöleikkauksen yleisimmin käytetty alalaji. Siinä elektrodina toimii jatkuvasti juokseva lanka.

Näistä menetelmistä hammastekniikassa käytetään uppokipinätyöstömenetelmää.

FASADIKRUUNUN VALMISTAMINEN KIPINÄTYÖSTÖTEKNIKKALLA

Menetelmässä käytetään kahta laitetta: kopioivaa jyrsintäkoneetta (kuva 6) ja kipinätyöstölaitetta (kuva 1).

Ensin jäljennetään kruunupilari normaalisti ja valmistetaan kipsipilari erikoiskovasta kipsistä. Valmistettu

kipsipilari asetetaan kopioivan jyrsintälaitteen kipsipilarin pidikkeeseen (kuva 6. kohta a). Sen jälkeen asetetaan muovaamaton metallikappale jyrsintälaitteen kopioituvaan pidikkeeseen (kuva 6, kohta b). Metallina käytetään fasaadikruunujen valmistuksessa käytettäviä metalleja. Metallikappaleen koko on alustavasti valittu kipsipilarista muotoprojektion avulla. Laitte on nyt valmis aloittamaan metallikappaleen jyrsinnän. Jyrsintä tapahtuu automaattisesti servo-ohjatun detektorin (kuva 6, kohta c) avulla, joka kulkee kipsipilarin ulkopinnan päällä ja välittää kipsipilarin ulkomuodon hieman suurempana samanaikaisesti jysyttävään metallikappaleeseen. Näin saadaan jyrsinnän ensimmäisessä vaiheessa

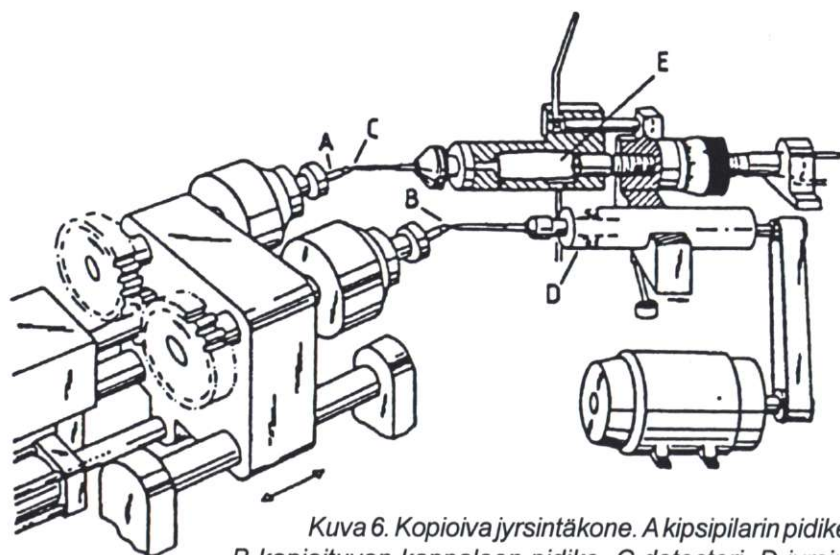
kruunurungon ulkopinta ja sopiva seinämäpaksuus.

Seuraavaksi jyrsitään elektrodi samalla periaatteella kuin metallikappale eli elektrodi jyrsitään kruunutapin malliksi, kuitenkin hieman isommaksi. Elektrodia käytetään kipinätyöstövaiheessa ja sen avulla saadaan kruunurungon sisäpinta. Jyrsitty metallikappale ja elektrodi asetetaan tämän jälkeen kipinätyöstökoneeseen (kuva 1). Metallikappale tulee alustan päälle (kuva 1, kohta b) ja elektrodi elektropidikkeeseen (kuva 1, kohta a). Kun osat ovat paikoillaan, alkaa kruunurungon sisäpinnan työstö.

Elektrodi työntyy automaattisesti ohjattuna samanmuotoiseen, mutta suurennettuun metallikappaleeseen ja näin syntyy kipinätyöstön avulla kruunurungon sisäpinnan muoto. Sementille vaadittava tila on huomiotu siten, että elektrodi on hieman sen mallina ollut kipsipilaria suurempi. Työstön aikana elektrodi kuluu, jolloin tarkan lopputuloksen saamiseksi tarvitaan kaksi tai kolme hiilielektrodia kruunurunkoa kohti.

Työstön jäljiltä oleva kruunurunko puhdistetaan ja viimeistellään normaalisti. Pinnat, jotka päällystetään fasadimateriaalilla, jätetään epätasaisiksi, retentiivisiksi (Andersson et al. 1989:280-282).

Tällä menetelmällä ei pystytä kuitenkaan tekemään nastapilareita,



Kuva 6. Kopioiva jyrsintäkone. A kipsipilarin pidike, B kopioituvan kappaleen pidike, C detektor, D jyrsintäosa, E hydraulinen servo (Andersson et al. 1989:280).



Kuva 7a. Metallikappaleen työstö jyrsintäkoneessa



Kuva 7b. Elektroodin työstö jyrsintäkoneessa

Kuva 7c. Kipinätyöstövaihe. Menetelmä esitetty kaavamaisesti. (Andersson 1987:641)

ydinvierusnastarakenteita, inlay-täytteitä, eikä osaproteesirunkoja (Bessing & Bergman 1992:109).

KIPINÄTYÖSTÖN KÄYTTÖ TARKKUUSKIINNikkeitten VALMISTUKSESSA

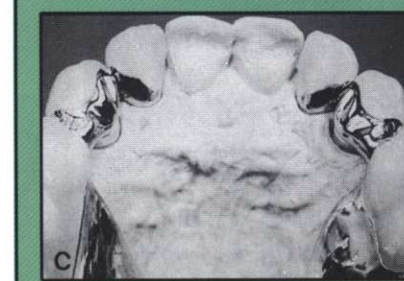
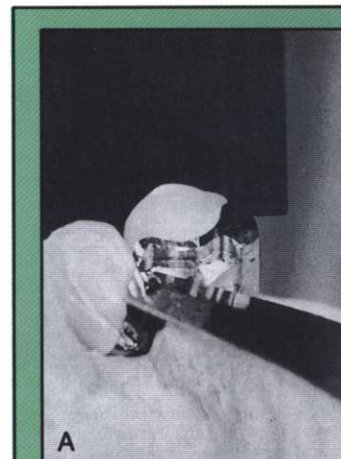
Kipinätyöstöllä saadaan valmistettua tarkkoja ja istuvia tarkkuuskiinnikkeitä kiinteisiin ja irrotettaviin yhdistelmäproteeseihin. Tarkkuuskiinnikkeen matriisiosa tehdään kipinätyöstöllä tehdasvalmistetulla elektrodilla, joka on patriisin muotoinen. Patriisiosa on myös tehdasvalmistettu ja on samaa metallia, jota proteesiin on käyrtetty. Plasma- tai laserhitsauksella saadaan patriisi kiinnitettyä osaproteesin runkoon eli ei tarvita erikseen juotteita. Tällä menetelmällä saadaan valmistettua intra- ja ekstrakoronaalisia tarkkuuskiinnikkeitä ja erilaisia lukkoja.

TIIVISTELMÄ

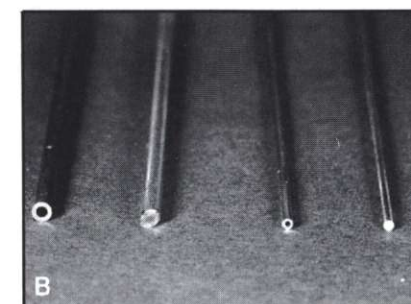
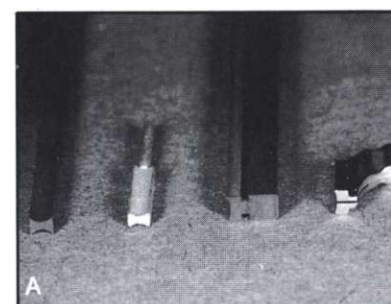
Kipinätyöstöllä saadaan valmistettua tarkkoja ja istuvia kruunuja ja tarkkuuskiinnikkeitä. Kruunujen valmistuksessa tällä menetelmällä vältetään vahaamisen, valumassaan upottamisen ja metallin valun aiheuttamista mahdollisista virheistä, koska kruunun rungon työstäminen näiltä osin tapahtuu koneellisesti. Suomessa kipinätyöstömenetelmä ei vielä ole hammasalalla käytössä, mikä johtuu varmaankin koneitten korkeista hinnoista, jotka pyörivät sadoissa tuhansissa markoissa. Koneet ovat myös kooltaan suuria, joten ne vaativat paljon tilaa. Hammas-tekniikan menetelmien koneistuksessa ja kehityksessä perinteiset hammas-tekniiset vaunustustavat ja menetelmät osittain syrjäytyvät, kuten kipinätyöstömenetelmäkin osoittaa.

Lähdeluettelo

- Andersson, M: Unik metod för framställning av kronersätningar i titan. Tandläkartidningen 1987;79:640-642.
- Andersson, M & Bergman, B & Bessing, C & Ericson, G & Lundqvist, P & Nilson, H: Clinical results with titanium crowns fabricated with machine duplication and spark erosion. Acta Odontol. Scand. 1989;47:279-282.
- Ansaharju, T & Ilomäki, O & Maaranen, K: Kone- ja metalliteknikka, Työstötekniikka 2. 1984:233.
- Bessing, C & Bergman, M: The castability of unalloyed titanium in three different casting machines. Swed. Dent. J. 1992;16:109-112.
- Nevala, A: Tutkimus uppokipinätyöstön tehostamisesta työvälinevalmistuksessa. Diplomityö 1983: 13-74.
- Weber, H & Frank, G: Spark erosion procedure: a method for extensive combined fixed and removable prosthodontic care. The Journal of Prosthetic Dentistry 1993;69:222-227.
- Painamattomat lähteet:
SAE Dental Vertrieb Nord, käyttöohje, 1988.



Kuva 7. Tarkkuuskiinnikkeen valmistaminen: Keraamiseen kruunuun valmistettava intrakoronaalinen, T-muotoinen tarkkuuskiinnike (kohta A). Matriisin tarkka paikka määritetään ennalta mallilla, ilman kruunua, jotta nähdään elektrodin suhde kipsipilarin. Lopullinen sijainti merkitään kipinätyöstökoneen mekaaniseen muistiin. Kruunu asetetaan mallille, laitetaan malleineen kipinätyöstökoneen alustalle ja työstö aloitetaan. Työstön jälkeen (kohta B) kruunussa on kiinnikkeen T-muotoinen intrakoronaalinen matriisipuoli. Tehdasvalmistettu patriisi -osa hitsataan osaproteesin runkoon, ja se sopii tarkasti kipinätyöstettyyn matriisiin. Valmis asennettu proteesi mallilla (kohta C), olkapää-upotuksilla ja T-muotoisilla intrakoronaalisilla kiinnikkeillä kummassakin kulmahampaassa (Weber & Frank 1993:223).



Kuva 8. Erilaisia tehdasvalmisteisia grafiitti (A) ja kupari (B) elektrodeja ja tehdasvalmistettuja kiinnikkeitten patriisi-osia, jotka ovat saman muotoisia kuin elektrodit (Weber & Frank 1993:223).

Kutsu SHtS ry:n syyskokoukseen

Suomen Hammasteknikkoseura ry:n syyskokous pidetään perjantaina 28.10.1994 alkaen klo 19.00 Helsingissä Plandent Oy:n tiloissa osoitteessa Asentajankatu 6, 00810 Helsinki. Kokouksessa käsitellään sääntömääräiset asiat, sekä sellaiset jäsenten esitykset, jotka on sääntöjen määräämällä tavalla toimitettu Hallitukselle käsiteltäväksi syyskokouksessa.

Ennen kokousta, klo 18.00 on SHtS ry:n syysluentopäivien avajaiscocktailtilaisuus ja tarjoilu jatkuu syyskokouksen jälkeen.

Tervetuloa
Suomen Hammasteknikkoseura ry
Hallitus

Hammasteknikko Pekka Vallittu hammaslääketieteen tohtoriksi

Vuonna 1988 hammasteknikoksi valmistuneen 29 vuotiaan Pekka Vallittun väitöskirja proteettisista kuitukomposiiteista hyväksyttiin 3.6.94 Kuopion yliopiston hammaslääketieteen laitoksella järjestetyssä väitöstilaisuudessa.

Valtion Hammasteknikko- opisto lakkautettu

Valtion hammasteknikko-opisto lakkautettiin valtioneuvoston päätöksen mukaisesti 31. 7. 1994. Hammastekninen koulutus jatkuu kuitenkin maassamme Helsingin IV:ssä terveydenhuolto-oppilaitoksessa, johon perustettiin hammas- teknisen koulutuksen osasto. Aina- kaan tällä hetkellä muutos ei merkitse suuria Helsingin osalta, sillä koulutus jatkuu suunniteltuun tapaan entisissä tiloissa ja vanhan opettaja- kunnan voimin. Rehtorina Helsingin IV:ssä terveydenhuolto-oppilaitoksessa toimii Leila Lahti. Valtion Hammasteknikko-opiston viimeinen rehtori Timo Rantanen nimitettiin apulaisrehtoriksi Helsingin IV:een ja hän toimii hammas- teknisen koulu- tuksen osaston johtajana. Kuopion sivuosasto lakkautettiin muutoksen yhteydessä. Jo aloitetut kurssit viedään kuitenkin loppuun Kuopion sivuosaston johtajan Kari Markkasen johdolla Kuopion terveydenhuolto- oppilaitoksessa.

KUTSU

EHTL RY:N LIITTOKOKOUKSEEN

Erikoishammasteknikkoliitto Ry:n liittokokous pidetään lauantaina 29.10.1994 alkaen klo 12.00 osoitteessa Hotelli Hesperia, Mannerheimintie 50, Helsinki. Kokouksessa käsitellään liiton sääntöjen 8 §:ssä mainitut syyskokousasiat sekä hallituksen esitys edellisen vuoden jäsenmaksunsa maksamatta jättäneiden erottaminen liitosta.

Tervetuloa!

ERIKOISHAMMASTEKNIKKOLIITTO RY

Hallitus

pj. Heikki Hiippala

OIKOMISHOIDON MATERIAALIT



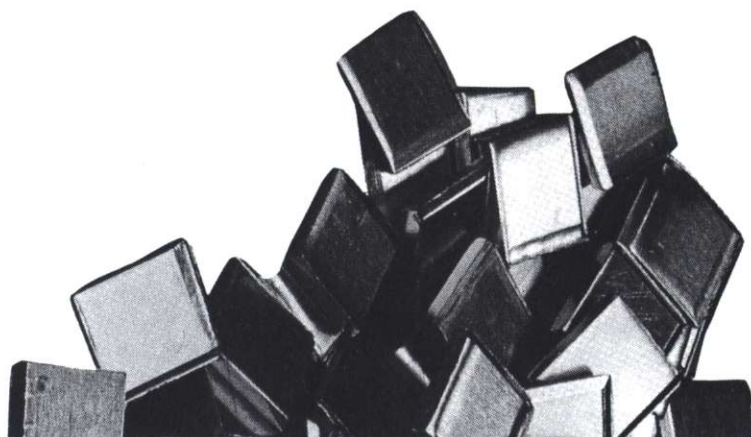
921-306 900



Ortomat Herpola

PUHDAS KOTIMAINEN HAMMASKULTA. LUOTETTAVA KULTAJÄTEPALVELU.

LM-DENTAL®
Lääkintämuovi Oy



Rydöntie 12 A 20360 Turku Puh. 921-2538 088 Fax 921-387 117

INPEN®
HAMPAAT:
Bioplus
Artiplus
BioStabil



DEPO

MAKSUTON PALVELUNUMERO
KAIKKIALTA SUOMESTA
9800 - 3370

Myydään
hammaslaboratorio
puh: 921 - 379 385
(iltaisin)

Vaativissa työtehtävissä
Saksassa 3v. toiminut
hammasteknikko

etsii työtä
Suomesta

Erityisaloina
keramiikka-, kulta-, In-Ceram-,
onlay- ja inlaytyöt.

Puh työ 990-49-89-3145783
tai lisätietoja
964-4246332 M. Saarikoski



HAMMASTEKNISET ry

TOIMISTO

puh./fax. 90 -755 7182
PL 12, 00811 HELSINKI

Teppo Koskinen toim.joht. ja luottamusmies

TAMPEREEN jäsenasiamiestoimisto

Puh. 931 - 356 4177
Riihipellonkatu 7 B 10
33590 TAMPERE

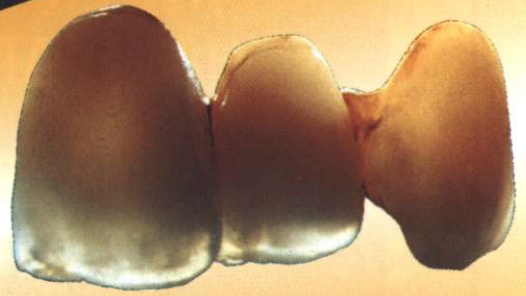
Sointu Helenius jäsenasiat / luottamusmies

MYYTÄVÄNÄ

Gemini posliiniuuni kahdella polttoalustalla +
Vacumpumppu, Vitan posliinit.
Heraeus vacuum/paine valulaite sähkösulatuksella.
Bifatherm esilämmitysuuni, 25 ohjelmaa.
Kulzer valokovetinlaite + fasadimuovit.

Puh. 90 - 1358 258

Valokeilassa
vallankumouksellinen



VITA IN-CERAM

markkinoiden ylivoimaisin
täyskeraaminen materiaali!

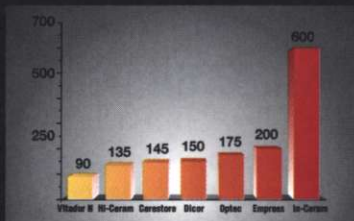


Monipuolisin:

In-Ceram materiaali tarjoaa laajimmat käyttömahdollisuudet verrattuna muihin täyskeraamisiin materiaaleihin.

Nykyaikaisella menetelmällä voit valmistaa:

- In-Ceram Spinell materiaalista inlayt, onlayt ja laminaatit
- In-Ceram materiaalista yksittäiset kruunut, implanttikruunut ja etualueen sillat.



3-pisteen taivutuslujuus
Prothese Dentaire N° 44-45 Juini/Juuli 1990



Kestävin:

Vitan In-Ceram materiaali saavuttaa taivutuslujuuden (600 MPa), joka on kolme kertaa suurempi kuin millään muulla täyskeraamisella materiaalilla. Myös In-Ceram Spinell paikkojen lujuusominaisuudet (350 MPa) ovat kaksi kertaa suuremmat kuin perinteisten, keraamisten paikkojen. Tämä tarkoittaa lisääntynyttä varmuutta ja rasituskestävyyttä jo paikan sementointivaiheessa ja ennen kaikkea lopullisessa käytössä.

Istuvuin:

In-Ceram tekniikalla saavutat paikkoihin ja kruunuihin n.20-25 micronin reunaisuuden, joka oli ennen mahdollista saavuttaa ainoastaan metalleilla. Nyt In-Ceram tarjoaa tämän erinomaisen istuvuuden myös täyskeraamisiin ratkaisuihin.

Esteettisin:

Vitan suosittuun väriskaalaan perustuva runkomateriaali on juuri sopivan läpikuultavaa taatakseen esteettisen lopputuloksen. Pilarihampaan pohja ja sementin väri eivät pääse häiritsemään yleissävyä. Valo läpäisee kruunun, mahdollistaen luonnollisen vaikutelman ienalueella. Rungon päälle kerrostettava nykyaikainen Vitan Alpha-posliini täydentää lopputuloksen eläväksi ja harmoniseksi kokonaisuudeksi, kaikissa valaistusolosuhteissa.



Pyydä kansainväliset tutkimustulokset:

Plandent oy

Asentajankatu 6, 00810 HELSINKI

Puh. (90) 759 05200