

den... Maud Bergman

CAD/CAM inom tandvården

Av Maud Bergman, Gunnar Johansson, Göran Sjögren och Anders Sundh

Den s k CAD/CAM-tekniken (computer aided design/computer aided manufacturing) började användas inom industrin för att förbättra och förenkla produktionen. I artikeln ges en kortfattad, översiktlig beskrivning av CAD/CAM-teknik anpassad för klinisk tandvård. Denna teknik som har en avsevärd utvecklingspotential kan på sikt komma att radikalt förändra tandläkarens sätt att arbeta och därmed inverka även på arbetsuppgifter för andra kategorier av tandvårdspersonal.

Maud Bergman är professor i odontologisk teknologi, Umeå universitet, och Gunnar Johansson, Göran Sjögren och Anders Sundh är assistenttandläkare vid samma institution.

Förmågan att utnyttja material har spelat en stor roll för utvecklingen inom olika kulturer. Historiskt sett finns många välkända exempel på detta förhållande. Inom odontologin kan exempelvis konstateras att utvecklingen av nya material, ofta i kombination med nya tekniker för hanteringen av dessa material, har vidgat de terapeutiska möjligheterna. Plastbaserade kompositer, olegerad titan och gjutbara keramer är några exempel på från industriella sammanhang välkända material — men för odontologin nya — vilka under de senaste två decennierna framgångsrikt utvecklats och anpassats för dentala ändamål.

Även om den utrustningsmässiga standarden på ett modernt tandtekniskt laboratorium ofta är av mycket hög klass kvarstår det faktum att flera ar-

betsmoment fortfarande har en traditionell, hantverksmässig karaktär. Detta innebär bl a att många arbeten för den rekonstruktiva tandvården kan vara av hög kvalitet med ett inte bara från teknisk utan även från funktionell och estetisk synpunkt förnämligt utförande. Vid utförandet av exempelvis inlägg, kronor och broar finns samtidigt avsevärda problem beträffande reproducerbarheten av den kvalitet som faktiskt är möjlig att uppnå.

Mot denna bakgrund är den s k CAD/CAM-tekniken (computer aided design/computer aided manufacturing) som nu lanseras inom odontologin av stort intresse. Man har här sökt vidareutveckla en från industriell/teknisk produktion välkänd teknik för odontologiska ändamål. I början av 1970-talet inledde François Duret, Frankrike — en av pionjärerna inom CAD/CAM för odontologiskt bruk — arbetet med att anpassa denna teknik till de speciella krav som ställs inom odontologin. 1983 presenterade Duret sin teknik för första gången på Garancière-konferensen i Paris och den första kliniska demonstrationen höll han 1985, likaledes i Paris.

I Sverige introduceras nu en utrustning, den s k Cerec-enheten, baserad på liknande teknik, utvecklad av Mörmann & Brandestini, Schweiz. Vidare pågår utveckling av likartad teknik och utrustning i såväl USA (bl a D Rekow, Minnesota) som i flera andra länder.

Tre system

Vid The Academy of Dental Materials kongress och det årliga s k Midwinter Meeting, som i februari 1989 hölls i Chicago, hade man bl a "CAD/CAM in dentistry" som ett av huvudprogrammen. Där presenterades tre olika sy-



Fig 2. Utrustning enligt Duret/Hennson-systemet.

Zürich tillsammans med Siemens (1, 2, 3). "Avtrycket" tas optiskt med hjälp av en tredimensionell miniatyrvideokamera. Metoden bygger på att ljusintensiteten från den preparerade tanden mäts med hjälp av en ljussond. Med denna teknik kan man enligt tillverkarens egna uppgifter mäta djup från 1 till 10 mm med en precision av 55 μm . Underskär behöver ej blockeras med hänsyn till avtrycket eftersom de ej gör sig gällande vid den optiska avläsningen. Bilden av den preparerade tanden kan hela tiden följas på en monitor och därmed kan den blivande restaurationens insättningsriktning styras.

Det "optiska avtrycket" kräver att området för avläsningen är absolut torrt och att inga störande reflexer från tanden/preparationen uppstår. För att undvika reflexer sprayas ett antireflexmedel, en titanoxid, över den preparerade tanden. Detta medför att kofferdam är nödvändig.

Datorprogrammet är utformat för att utföra inlägg, onlays samt fasader av keramiskt material. Till datorn är kopplad en treaxlig fräsmaskin med en slipande diamantskiva som drivs med hjälp av en vattenturbin. Eftersom fräsmaskinen har vissa begränsningar kräver preparationen rätvinklighet samt en viss typ av parallellitet. Fräsen utformar den inre ytan till färdig passform medan den yttre ocklusala utformningen endast ges

en grovt tillpassad form. Det maskinellt framställda keramiska inlägget inpassas, inslipas ocklusalt, etsas, silaniserar och cementeras. Efter polering och finjustering av ocklusion/artikulation är restaurationen färdig och patienten kan gå hem.

Dataprogrammeringen tar några minuter och den tid som fräsen behöver för ett vanligt mod-inlägg är sju till tio min. Apparaten är gjord för att placeras intill en behandlingsstol (fig 1) och den enda anslutning som behövs är en 220 V nätanslutning. Hela behandlingstiden för ett inlägg, från preparation t o m cementering, utgör för en van operatör ca en timme.

Hennson-systemet

Denna apparat bygger på samma grundtanke som Cerec-systemet. Avläsningskameran är idag något större än motsvarande för Cerec och bygger på laserteknik (4). Ett flertal bilder tas i olika projektioner, dels för att få en tredimensionell bild, dels för att även kunna avbilda underskär samt för att få en funktionell ocklusion. Liksom för Cerec-systemet krävs att preparationen är torr och fri från störande reflexer.

Informationen bearbetas i en dator med vilken man idag kan konstruera inlägg, kronor och treledsbroar. Informationen matas sedan till en ny-

utvecklad fyraxlig fräsmaskin som på ca 30 min fräser en krona som passar i både oklusion och artikulation. Den cervikala anslutningen skall, enligt tillverkaren, ha en precision på ca 70 μm .

Utrustningen består idag av tre separata enheter. Dessa utgörs av en avläsningsenhet med kamera kopplad till en dator med bildskärm där operatören (tandläkaren) markerar kontaktpunkter, preparationsgräns samt positioner för kuspas och fissurer, en annan datorenhet för bearbetning av lagrad information samt en fräsenhet. Det är idag en ganska utrymmeskrävande utrustning (fig 2) men de två senare enheterna kan vara placerade hos tandtekniker eller i ett separat rum i tandläkarpraktiken.

Minnesota-systemet

Tekniken skiljer sig från de övriga främst beträffande avläsningsenheten (5, 6). Man använder sig av en 35 mm-kamera till vilken ett laryngoskop med ett stereofotografiskt linssystem kopplats. Bilder av preparationen tagna från olika riktningar möjliggör en beräkning av konturerna. Varje yta fotograferas två gånger ur olika vinklar. Fotona bearbetas i laboratorium där en specialprogrammerad dator digitaliserar bilderna och skapar en tredimensionell bild. Framställningen av den färdiga rekonstruktionen, kronan, fortgår sedan med liknande teknik som för de två andra systemen. Någon prototyp eller färdig apparat har ännu ej demonstrerats officiellt. Upphovsmannen påstår dock att den skall kunna ge möjlighet till en marginal adaptation på ca 20 μm .

Kostnader

Åtskilliga miljoner kronor har satsats i utvecklingsarbeten för dessa system. Många manår har åtgått enbart för konstruktion av datorprogrammen. Priset för de olika systemen varierar mycket. Siemens säljer sin Cerec-apparat för ca 280 000 kr i Sverige. Hennson-systemet beräknas kosta över en miljon kronor komplett. Dock skall här noteras att alla enheterna ej behöver finnas hos varje enskild tandläkare utan kan delas av flera. För det amerikanska Minnesota-

systemet finns inga totalkostnader redovisade men 30 000 kr har nämnts för enbart avläsningsenheten.

Material

De material som idag används både för Cerec- och Hennson-systemen är keramer, såväl av konventionell typ som Dicor-material. Vidare har man i det franska systemet börjat använda en speciellt för CAD/CAM-tekniken framtagen plastbaserad komposit med orienterande fibrer (7) s k "prestructured organic ceramic". Det bör också framhållas att man arbetar på att även kunna använda metalliska material, i första hand guldlegeringar och titan.

En väsentlig materialteknisk fördel är att man — oberoende av vilket material som används för en restauration — kan tillverka detta material på en fabrik eller i ett laboratorium under optimala och kontrollerade betingelser beträffande exempelvis tryck och temperatur. Detta betyder att godset kan göras helt tätt utan porositeter och med ett minimum av inre spänningar. Godset används i detta tillstånd utan smältning, gjutning eller bränning, varför materialegenskaperna är under bättre kontroll än vid tidigare tekniker.

CAD/CAM-tekniken medför således att de variationer i materialegenskaper som förorsakas av att varje enhet (krona eller bro) framställs individuellt — med ett antal felkällor under tillverkningsprocessen — kommer att minska.

Framtida utveckling

Att sia om framtiden är vanskligt, men vad kan denna nya teknik innebära för tandvården/tandläkaren? Svaren kan naturligtvis bara bli spekulationer. Med fog kan förmodas att datorbaserade tekniker kommer att göra sitt intåg i den kliniska tandvården (8). Utrustningarnas prestanda kommer att utvecklas i en snabbt accelererande takt. I flera länder pågår dessutom projekt i syfte att konstruera andra system än de här presenterade.

Totalkostnaderna vid patientbehandling med fast protetik kan troligen nedbringas genom att behandlingen kan ge-