

Resin composites in dentistry: the monomer systems

Forskere verden over arbejder til stadighed på at forbedre plastmaterialerne mhp. at øge holdbarheden af fremstillede plastfyldninger. Afhandlingen beskriver dels andre forskeres forsøg på at forbedre plastmaterialernes monomersystemer, dels forfatterens egne forsøg på at udvikle mekanisk stærkere materialer

Anne Peutzfeldt

Anvendelsen af og anvendelsesområderne for komposit plast øges til stadighed. Dette skyldes dels løbende forbedringer i de kompositte plastics egenskaber, dels den miskredit sølvamalgam er kommet i gennem de senere år. Plastfyldninger synes imidlertid at være forbundet med en kortere holdbarhed end amalgamfyldninger. Dette gør plastfyldninger til en dyrere løsning for patienten hvad angår både penge og tandsubstans. De største ulemper ved vore dages komposit plast er polymerisationskontraktion og utilstrækkelig styrke i områder der udsættes for kraftige tyggebeklastninger. I mange laboratorier over hele verden gøres en stor indsats for at komme disse ulemper til livs.

Den indsats der gøres hvad angår plastmaterialers monomersystemer, diskuteres i det oversigtsarbejde (Eur J Oral Sci 1997; 105: 97-116) der sammen med 12 tidligere publicerede artikler, udgået fra Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, udgør doktorafhandlingen. Doktorafhandlingen beskriver endvidere de forsøg forfatteren selv har gjort på at udvikle mekanisk stærkere og mere slidstærke plast gennem modifikationer i plastmaterialernes monomersystem. Idéen bag arbejdet er baseret på det faktum at alle polymeriserede plastmaterialer indeholder ureagerede dobbeltbindinger og andre funktionelle grupper. Visse lavmolekylære stoffer er således blevet sat til monomersystemet i den hensigt at de skulle reagere med og forbinde nogle af de funktionelle grupper og derved forbedre polymerens mekaniske egenskaber.

Carboxylsyreanhydrider

En gruppe af undersøgte additiver udgøres af carboxylsyreanhydrider. Disse kunne tænkes at forbinde hydroxyl- eller

amidgrupper til stede i sådanne monomerer som BisGMA (bisphenol-A-glycidylmethacrylat), HEMA (2-hydroxymethylmethacrylat), UEDMA (urethandimethacrylat) og methacrylamid. De formodede krydsbindende reaktioner er varmekrævende. Dette betyder at anhydridholdige plastmaterialer kun kan anvendes som indlægs materiale, idet dette muliggør at plastet efterhærdes ved forhøjet temperatur. Anhydridernes potentielt krydsbindende evne blev afprøvet ved måling af en række mekaniske egenskaber. Tilsætning af anhydrid til eksperimentelle lyspolymeriserede og efterhærdede plast gav en stigning i disses styrke og stivhed på 20%. Den største effekt af anhydridtilsætning sås med plastmaterialer der var baseret på UEDMA og HEMA, frem for på BisGMA og TEGDMA (triethylenglycoldimethacrylat), og med materialer der også var tilsat methacrylamid. På basis af målinger af mekaniske egenskaber og af *in vitro*-slid og omsætningsgrad af dobbeltbindinger blev det konkluderet at efterhærdningen af anhydridtilsatte plast mest hensigtsmæssigt foregår ved 150 °C i én time. Dette er i overensstemmelse med hvad der tidligere er blevet fundet for eksperimentelle plast uden anhydrid.

Aldehyder og diketoner

Andre grupper af additiver, aldehyder og diketoner, kunne tænkes at være i stand til at reagere med og forbinde ureagerede dobbeltbindinger eller andre funktionelle grupper. Ved undersøgelse af effekten af aldehyd- eller diketontilsætning på de mekaniske egenskaber af eksperimentelle, lyspolymeriserede plastmaterialer påvist en stigning i styrke og stivhed på op til 20-25%. Ved variation af indholdet af aldehyd og diketon mellem 0-40 mol% viste et indhold på ca. 32

mol% af aldehydet propanal og på ca. 24 mol% af diketonen diacetyl at have optimal virkning på de mekaniske egenskaber.

Hårdhed og in vitro-slidstyrke

Effekten af tilsætning af propanal eller diacetyl på *in vitro*-slidstyrken og på penetrationshårdheden er ligeledes blevet undersøgt. Ved tilsætning af propanal eller diacetyl reduceres sliddet af plast baseret på UEDMA og HEMA. Tilsætning af moderate mængder propanal eller diacetyl forøgede hårdheden af UEDMA:HEMA og af Bis GMA:TEGDMA-baserede plastmaterialer.

Omsætningsgrad

Ved brug af infrarød spektroskopi undersøgte effekten af tilsætning af 0-40 mol% propanal eller diacetyl på omsætningsgraden af dobbeltbindinger, og der fandtes signifikante stigninger i omsætningsgraden. Indholdet af propanal eller diacetyl var negativt korreleret til mængden af resterende, ureagerede dobbeltbindinger. Et indhold af propanal eller diacetyl på 40 mol% gav en gennemsnitlig stigning i omsætningsgraden på henholdsvis 16% og 21%. På basis af disse resultater blev det konkluderet at de signifikante forbedringer i mekaniske egenskaber der tidligere var blevet målt, formentlig var et udtryk for øget omsætningsgrad, opnået gennem frie radikalmekanismer og ikke, som tidligere antaget, et udtryk for øget krydsbinding via nukleofile mekanismer mellem andre funktionelle grupper end dobbeltbindinger. Mhp. at undersøge hvorvidt effekten af propanal og diacetyl på omsætningsgraden udøves gennem en fotoinitatorfunktion eller kun sker ved tilstedeværelsen af en fotoinitator sammenlignedes omsætningsgraden af lyspolymeriserende (énkomponent-) propanal- og diacetylplast med omsætningsgraden af tilsvarende tokomponentplast. Effekten af propanal var ens i de to typer af plastmateriale, hvilket gjorde at teorien om en fotoinitatorfunktion eller -afhængighed blev kasseret. I modsætning til propanal var effekten af diacetyl på omsætningsgraden af lyspolymeriserende plast større end effekten på tilsvarende tokomponentplast. Dette betød at diketonen diacetyl, ud over at have en virkning mægt til propanal, må formodes at virke som fotoinitator.

Binding af propanal og diacetyl

Fordampningen fra plast med et indhold af 0-40 mol% propanal eller diacetyl blev målt gennem en periode på seks mdr. hvor plastene blev opbevaret ved 60 °C, for at få et indtryk af i hvilken grad propanal og diacetyl blev bundet i lyspolymeriserende plast. Måleresultaterne dannede basis for udregning af den maksimalt mulige fordampningsmængde (M_0). Denne

lå mellem 0,3% og 7,5%. Tilsætning af moderate mængder propanal eller diacetyl resulterede i en uændret M_0 sammenlignet med plast uden propanal eller diacetyl. Ved tilsætning af større mængder propanal eller diacetyl steg M_0 signifikant. At moderate mængder propanal eller diacetyl kunne tilsættes uden en stigning i M_0 blev taget som et udtryk for at propanal og diacetyl blev bundet i polymeren. Med baggrund i kendskabet til hvordan tilsætning af propanal eller diacetyl til plastmaterialer påvirker disses styrke, stivhed, hårdhed, omsætningsgrad, og fordampningsgrad fremsattes den teori at propanal og diacetyl primært virker som *chain transfer agents*.

Konklusion

Som det fremgår af oversigtsarbejdet, gøres en stor indsats for at forbedre de kompositte plasts nøgleegenskaber og derved udvikle et materiale der kan erstatte amalgam, også i store kindtandskaviteter. Med hensyn til omsætningsgrad og mekaniske egenskaber ser det ud som om brugen af additiver med en effekt som den der udøves af diacetyl og propanal, repræsenterer én farbar vej til udvikling af et sådant materiale. Som en alternativ metode til at opnå en tilsvarende positiv effekt på de mekaniske egenskaber fremstår tilsætningen af et carboxylsyreanhydrid og methacrylamid. Den sidstnævnte metode er imidlertid behæftet med den begrænsning at den kræver anvendelse af en indirekte teknik.

Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. Copenhagen: Alpha Beta A/S; 1998.

Afhandlingen (31 sider) kan rekvireres gratis ved henvendelse til forfatteren på følgende adresse: Afdeling for Dentalmaterialer, Tandlægeskolen, Nørre Allé 20, 2200 København N.

Det offentlige forsvar af afhandlingen fandt sted d. 27. maj 1998 i Henrik Dam-auditoriet på Panum-instituttet. De officielle opponenter var seniorforsker ved NIOM, dr.phil. et rer.nat. *I. Eysteijn Ruyter* og professor ved Tandlægeskolen i Köln, dr.habil. *Werner J. Finger*. Fakultetsrådet ved Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet konfererede d. 3. juni 1998 forfatteren den odontologiske doktorgrad.

Forfatter

Anne Peutzfeldt, lektor, dr.odont., ph.d.

Afdeling for Dentalmaterialer, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet