

Soft-start polymerisering af komposit plast:

Virker det eller hvad?

Erik Asmussen og Anne Peutzfeldt

Den kontraktion som ledsager polymeriseringen af komposit plast, resulterer i reglen i at der dannes en spalte mellem tand og restaurering. For at modvirke denne tendens til spaltedannelse er det blevet foreslået at anvende en totrinspolymerisering, hvor første del af belysningen foregår ved reduceret intensitet, mens sidste del af belysningen foregår ved høj intensitet. Det var hensigten med nærværende arbejde at undersøge effekten af totrinsbelysning på spaltedannelsen ved fyldninger af komposit plast. Fyldningerne blev fremstillet i cylindriske kaviteter præpareret i dentin efter planslibning af ekstraherede tænder. Den benyttede polymerisationslampe var en LED-lampe. Forpolymeriseringen foregik ved 70, 140 eller 200 mW/cm² i 15, 30, 60 eller 120 sek. Slutpolymeriseringen og polymeriseringen i kontrolgruppen foregik ved 600 mW/cm² i 20 sek. Spalterne blev efter polymeriseringen opmålt i mikroskop. Det blev fundet at totrinsbelysningen medførte en signifikant reduktion i spaltebredderne. Den største effekt blev opnået ved forpolymerisering med en varighed på 30 sek. Der var ingen forskel mellem grupperne forpolymeriseret ved 70, 140, eller 200 mW/cm². Undersøgelsen viste således at visse former for totrinspolymerisering kan reducere spaltedannelsen. Resultaterne, sammenholdt med resultaterne fra andre undersøgelser, tyder på at totrinspolymerisering for at være virksom bør have et første trin der involverer relativt lav intensitet og relativt lang belysningstid.

Alle plastmaterialer kontraherer som følge af polymerisationen. Dette medfører at plastet har tendens til at trække sig væk fra kavitetens vægge således at der opstår marginale spalter. Disse spalter er uønskede fordi de tillader bakterier og farvestof at trænge ind, med deraf følgende risiko for sekundær caries, skader på pulpa samt misfarvning af kantområdet.

Gennem tiderne er mange metoder blevet foreslået mhp. at nedbringe forekomsten af spalter ved plastrestaureringer. Her kan nævnes anvendelse af adhæsive teknikker (1,2), opbygning og polymerisering af restaureringen i skrå lag (3) samt en såkaldt *soft-start* belysning (4). *Soft-start* belysningen udføres på den måde at plastet i den første del af polymeriseringen tilføres en relativt ringe lysmængde for derefter at blive belyst med fuld styrke i den sidste del af polymeriseringen. Den »bløde« start har til hensigt at fremkalde en så langsom polymerisering at plastet i en vis udstrækning kan nå at »flyde« ind fra restaureringens ubundne overflader inden det bliver for stift. Derved mindskes spændingsopbygningen og plastets tendens til at trække sig bort fra kavitetens væggene (5). *Soft-start* metoden kan enten udføres som totrinspolymerisering eller som puls-pause-polymerisering. Ved totrinspolymeriseringen påbegyndes belysningen ved lav intensitet, der enten opretholdes et antal sekunder, typisk 10 sek., eller langsomt stiger til slutintensiteten (såkaldt »ramp« belysning). Ved puls-pause-polymeriseringen belyses plastet med høj intensitet, typisk i et par sekunder, derefter holdes der en pause på måske et minut, hvorefter slutbelysningen finder sted (6).

Mens puls-pause-metoden har vist sig virksom i flere uafhængige undersøgelser (6,7), har resultaterne med totrinsmetoden været blandede: visse undersøgelser har fundet en positiv effekt (4,8,9), mens andre ikke har kunnet påvise en fordel ved metoden (10-12). Årsagen til at totrinsteknikken ikke har virket i alle undersøgelser, kan der kun gisnes om. Det er muligt at den bløde start ikke har været blød nok, eller at den tværtimod har været for hård, således at plastet ikke flyder efter hensigten. En anden mulighed er at forbelysningen har været så kortvarig at plastet ikke har haft den fornødne tid til at flyde.

Det var formålet med nærværende undersøgelse at se nærmere på disse muligheder ved at variere intensitet og tid af forbelysningen og måle effekten heraf på spaltedannelsen.

Materiale og metode

Plastet der indgik i undersøgelsen, var Filtek Supreme, A2 Dentin Shade (3M ESPE). Belysningen blev foretaget med LED-lampen DioCure (CMS-Dental), der af fabrikanten blev leveret i en udgave med mulighed for intensiteter på ca. 70,

140 og 200 mW/cm² til forpolymeriseringen og en intensitet på ca. 600 mW/cm² til slutpolymeriseringen. (Det kan i en parentes tilføjes at med en anden lysmåler af samme fabrikat var intensiteterne henholdsvis 100, 200, 300 samt over 1000 mW/cm².)

Ekstraherede humane tænder blev planslebet på mesial- eller distalfladen til et passende stort dentinareal var eksponeret. Med et cylindrisk bor blev der præpareret kaviteter med en diameter på ca. 3 mm og en dybde på ca. 1,5 mm. Kaviteterne blev fyldt med et lille overskud af komposit plast, dækket af en transparent matrice og forpolymeriseret ved de tre nævnte intensiteter i 15, 30, 60 eller 120 sek. inden de blev slutpolymeriseret i 20 sek. I kontrolgruppen blev fyldningerne ikke forpolymeriseret, kun slutpolymeriseret.

Efter polymeriseringen blev de fyldte tænder placeret i vand ved 37° C i 15 min. inden fyldningsoverskuddet blev fjernet ved beslibning på karborundumpapir #1000, og fyldningerne pudset med korundpulver #0,3 µm. De marginale spalter på deres bredeste sted blev herefter opmålt i mikroskop, og væg til væg-polymerisationskontraktionen beregnet som spaltebredden udtrykt i procent af kavitetdiameteren. Der var seks fyldninger for hvert sæt af eksperimentelle betingelser. Måleresultaterne blev behandlet statistisk vha. variansanalyse og med et statistisk signifikansniveau på $\alpha = 0,05$.

Resultater

Resultaterne af undersøgelsen fremgår af Fig. 1. Kontrolgruppen, hvor der ikke blev benyttet forpolymerisering, havde signifikant større spalter end grupperne hvor fyldningerne blev forpolymeriseret. Der var ikke statistisk signifikant forskel på grupperne der blev forpolymeriseret ved 70, 140 eller 200 mW/cm². En forpolymerisering i blot 15 sek. gav større spalter end forpolymerisering i 30, 60 og 120 sek., mens der ikke var statistisk signifikant forskel på sidstnævnte tre grupper.

Diskussion

I det foreliggende arbejde er det blevet fundet at visse former for totropspolymerisering medfører en signifikant reduktion af bredden af spalterne omkring fyldninger af komposit plast. Som nævnt i indledningen er dette også blevet fundet i et antal tidligere undersøgelser, men ikke i alle. Det er meget svært at udtale sig om hvorfor *soft-start* virker i visse tilfælde, men ikke i andre. En forklaring kunne være at når forpolymeriseringen udføres med polymerisationslamper med indbyggede *soft-start* programmer, bliver den udført i for kort tid, fx kun i 10 sek. En sådan forklaring kan finde støtte i nærværende undersøgelses resultater, idet Fig. 1 viser ved interpolat at effekten ved kun 10 sek. forpolymerisering ville kunne være for beskedent til

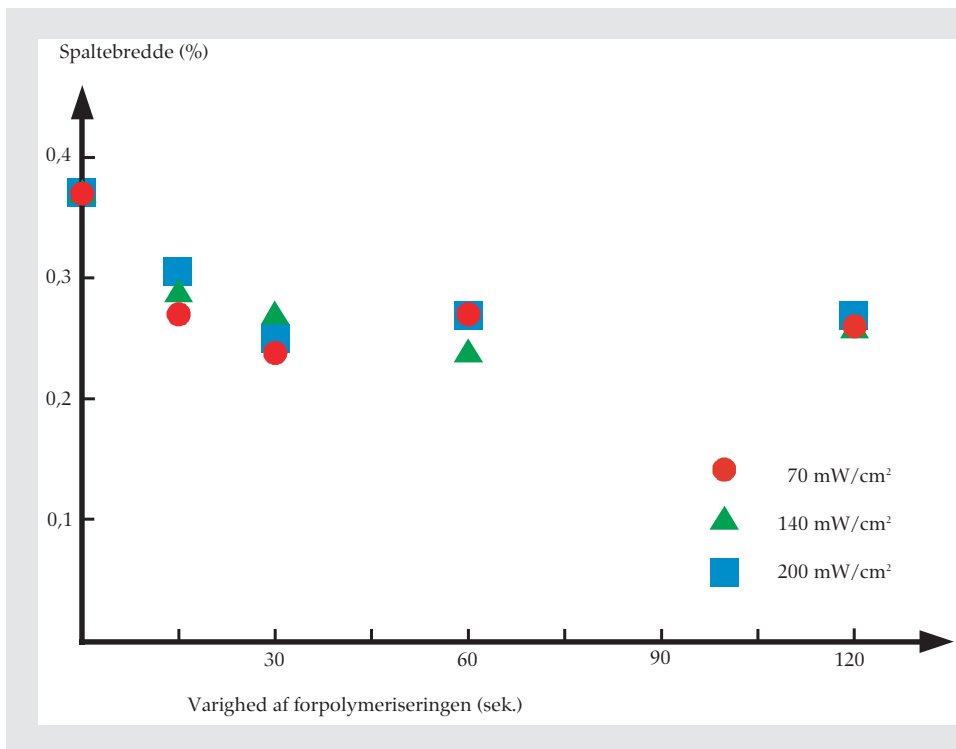


Fig. 1. Spaltebrede (middelværdier) i procent af kavitetdiameteren. Den puljede standarddeviation var 0,04%. Forpolymeriseringen blev udført ved 70, 140 eller 200 mW/cm²

Fig. 1. Gap width (mean values) in percentage of cavity diameter. The pooled standard deviation was 0.04%. The pre-cure was carried out at 70, 140, or 200 mW/cm².

at være statistisk signifikant, og at den maksimale effekt først opnås ved en forpolymerisering med en varighed på 30 sek.

Ud over en for kort belysningstid kunne også intensiteten af forpolymeriseringen tænkes at spille en rolle. Ved for lav intensitet sker der for lidt; ved for høj intensitet sker der for meget. I undersøgelsen beskrevet her var der ingen forskel på grupperne forpolymeriseret ved 70, 140 og 200 mW/cm², og det er derfor ikke muligt at se om en evt. lavere intensitet i længere tid end 30 sek. ville have ført til en yderligere reduktion af spaltebredderne. Ved den tidligere undersøgte puls-pause-metode (7), som med en tilsvarende metodik som i nærværende undersøgelse blev fundet at være effektiv, var den tilførte energi (produktet af intensitet og belysningstid) ved en puls på 2 sek., en intensitet på 425 mW/cm² og en pause på 1 min. før slútbelysningen 950 mJ/cm². I undersøgelsen beskrevet her er energitilførslen ved en 30 sek. belysning med 70 mW/cm² så høj som ca. 2100 mJ/cm² inden slútbelysningen. Dette antyder muligheden af at en endnu lavere intensitet skulle kunne være effektiv, eventuelt parret sammen med en længere belysningstid.

Hvad angår en forklaring på at tottrinsbelysning ikke i alle undersøgelser er blevet fundet at have en positiv effekt på spaltdannelsen, så er det også blevet fundet at der kan være forskel på de undersøgte kompositte plast: metoden virker med visse fabrikater, men ikke med alle (8). Man kan således tænke sig at følsomheden af initiatorsystemet i plastet kunne spille en rolle. Følsomheden af initiatorsystemet vil netop være afgørende for om den valgte kombination af tid og intensitet af forbelysningen vil give tid og mulighed for plastet til at flyde på den tilstræbte måde.

En tottrinsbelysningsteknik (såvel som puls-pause-metoden) tager længere tid end konventionel belysning, og det spørgsmål melder sig derfor om hvert enkelt lag i den plast-restaurering der er under opbygning, bør belyses med denne metode. Ud fra teoretiske overvejelser må man sige at det vil være en fordel fra et spaltmæssigt synspunkt. Opfinderne af puls-pause-teknikken (6) skønner imidlertid at man kan nøjes med at benytte metoden på det sidste lag plast i en okklusal kavitet og argumenterer at hvis restaureringen blot er forseglet ud til mundhulen, så vil hverken bakterier eller farvestoffer kunne trænge ind.

I nærværende undersøgelse fandtes en reduktion af spaltebredden på ca. 30%. Det kan forekomme at være en beskedne reduktion sammenholdt med den tid der må bruges, for at denne reduktion kan opnås. Det må imidlertid betænkes at ikke blot spaltebredden reduceres, men også dens udstrækning langs restaureringskanten (13). Endvidere er der

jo andre tiltag, såsom anvendelse af dentin- og emaljebinding samt opbygning af restaureringen i skrå lag, som er med til at reducere spaltebredderne og tilsammen måske påvirke at der slet ikke dannes spalter.

English summary

Soft-start polymerisation of composite resin: Does it work?

It is characteristic of resin composites that they shrink during polymerization and that this may lead to gaps at the margins of composite restorations. One way to reduce the size of marginal gaps is to use the so-called soft start photocuring techniques. In this investigation the effect on gap formation of two-step exposure with an LED curing unit was investigated. The first step was carried out at intensities of 70, 140, or 200 mW/cm² for 15, 30, 60, or 120 seconds. The final polymerization as well as the polymerization in the control group was carried out for 20 seconds at 600 mW/cm². It was found that two-step polymerization significantly reduced the width of marginal gaps at composite restorations placed in cylindrical cavities prepared in dentin. The greatest reduction was observed when the duration of the first step of the two-step polymerization was of 30 seconds duration. There was no difference between the three groups precured at 70, 140, or 200 mW/cm². It was concluded that certain modes of two-step curing may have a gap-reducing effect.

Litteratur

1. van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent* 1998; 26: 1-20.
2. Hansen EK, Asmussen E. Comparative study of dentin adhesives. *Scand J Dent Res* 1985; 93: 280-7.
3. Hansen EK. Effect of cavity depth and application technique on marginal adaptation of resins in dentin cavities. *J Dent Res* 1986; 65: 1319-21.
4. Uno S, Asmussen E. Marginal adaptation of a restorative resin polymerized at reduced rate. *Scand J Dent Res* 1991; 99: 440-4.
5. Davidson CL, de Gee AJ. Relaxation of polymerization shrinkage stresses by flow in dental composites. *J Dent Res* 1984; 63: 146-8.
6. Kanca J III, Suh BI. Pulse activation: Reducing resin-based stresses at the enamel cavosurface margins. *Am J Dent* 1999; 12: 107-12.
7. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E. Effect of pulse delay curing on in vitro wall-to-wall contraction of composite in dentin cavity preparations. *Am J Dent* 2001; 14: 295-6.
8. Ernst CP, Brand N, Frommator U, Rippin G, Willershausen B. Reduction of polymerization shrinkage stress and marginal microleakage using soft-start polymerization. *J Esthet Restor Dent* 2003; 15: 93-103.
9. Ernst CP, Kurschner R, Rippin G, Willershausen B. Stress reduction in resin-based composites cured with a two-step light-curing unit. *Am J Dent* 2000; 13: 69-72.

10. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E. Soft-start polymerization and marginal gap formation in vitro. *Am J Dent* 2002; 14: 145-7.
11. Brackett WW, Covey DA, St Germain HA jr. One-year clinical performance of a self-etching adhesive in class V resin composites cured by two methods. *Oper Dent* 2002; 27: 218-22.
12. Amaral CM, de Castro AK, Pimenta LA, Ambrosano GM. Influence of resin composite polymerization techniques on microleakage and microhardness. *Quintessence Int* 2002; 33: 685-9.
13. Hansen EK, Asmussen E. Effect of postponed polishing on marginal adaptation of resin used with dentin-bonding agent. *Scand J Dent Res* 1988, 96: 260-4.

Forfattere

Erik Asmussen, professor, dr.odont., cand.scient., og *Anne Peutzfeldt*, lektor, dr.odont., ph.d.

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