

Hilde Molvig Kopperud

# Hvor holdbare er komposittmaterialene?

Det har over tid skjedd en endring i valg av tannfyllingsmaterialer blant nordiske tannleger. Polymerbasert komposittmateriale er i dag det vanligste tannfyllingsmaterialet i Norden

## Spørsmål

Hva er egentlig en dental kompositt?

**Svar:** En kompositt er et materiale som består av to komponenter som sammen danner det endelige materialet. Ofte er de to komponentene i ulike faser (for eksempel fast og flytende) før en kjemisk reaksjon herder materialet. Materialet får da en fast (hard) struktur med nye fysiske/mechaniske egenskaper.

I dentale kompositter til tannfyllinger vil den ene komponenten være et flytende monomersystem (resinet) som herdes til en organisk polymermatrise. For de såkalte lysherdende materialer starter herdingen vanligvis ved belysning med en herdelampe, og for kjemisk herdende materialer ved sammenblanding av to komponenter. De ulike typene herdereaksjoner innebærer at materialene vil inneholde ulike typer initiatorer.

Vanligst benyttet i lysherdende materialer er initiatoren kamforokinon (CQ), og i kjemisk herdende materialer benzoylperoxid (BPO) sammen med et tertiært aromatisk amin. Tradisjonelt var monomerene Bis-GMA (Bisphenol-A-glycidyl dimethacrylat) og TEGDMA (triethylenglycoldimethacrylat) mest brukt. I den siste tiden er Bis-GMA helt eller delvis blitt erstattet med liknende

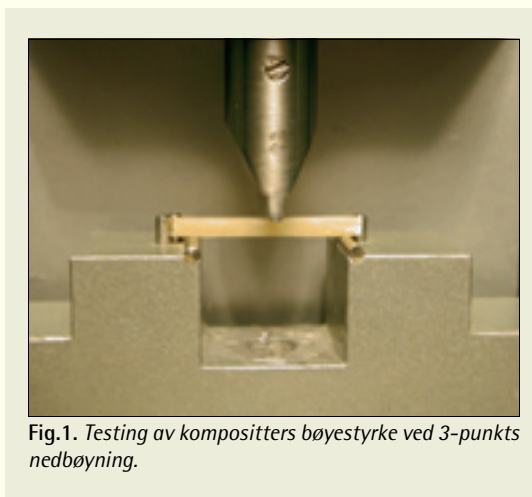


Fig.1. Testing av kompositters bøyestyrke ved 3-punkts nedbøyning.

store monomerer i en del komposittmaterialer, for eksempel Bis-EMA (ethoksylyert bisphenol-A-dimethacrylat) og UDMA (uretandimetakrylat). Årsakene til dette er bedre stabilitet (UDMA), lavere viskositet ved fylling av kaviteten (UDMA og Bis-EMA), og muligens lavere risiko for utlekking av potensielt skadelige forbindelser (se under), relativt til Bis-GMA.

Den andre komponenten i dentale kompositter vil være fyllstoffet, som vanligvis består av ulike glasspartikler, glasskeramer, og eventuelt andre metalloksider. I mange produkter vil noe av det tilsatte fyllstoffet ha røntgenkontrastegenskaper, for eksempel barium- og/eller strontiumglass eller zirkoniumdioxid. Fyllstoffet kan også inneholde faste polymerpartikler, men dette brukes i mindre grad og bare i små mengder. Fyllstoffet tilsettes primært for å bedre de mekaniske egenskapene på kompositten, for eksempel økt hardhet og bruddstyrke. Fyllstoffet gjør også at kontraksjonen av materialet under herding og den termiske ekspansjonen blir mindre, noe som reduserer spaltetdannelsen mellom tann og fylling.

## Spørsmål

I markedsføringen av kompositter benyttes betegnelser som «mikrofill», «hybrid», «nano-materialer», «flow-materialer» og «universelle kompositter». Er det noen forskjell mellom disse materialene, og hva er i så fall forskjellen på de ulike typene kompositter?

**Svar:** Komposittene kan inndeles i ulike grupper. Ofte deles de i grupper avhengig av type fyllstoff, og/eller i grupper avhen-

gig av flytegenskaper. I den første gruppen, kategorisert etter fyllstoff, vil vi finne betegnelser som mikrofill, hybrid, og nå også oftere nano-filler eller liknende uttrykk. Disse betegnelsene beskriver størrelsen og størrelsesfordelingen på fyllstoffpartiklene kan være uniform eller varierende. Det vanligste er å bruke en blanding av både små (0,04–0,2 µm) og mellomstore (0,3–5 µm) partikler. Dette gir en bedre pakking av fyllstoffet, og dermed et sterkere materiale. Kompositter med en slik fordeling av partikkelstørrelse, kalles for hybridmaterialer. Mikrofillmaterialene vil vanligvis kun inneholde relativt små fyllstoffpartikler (0,04 µm), og på grunn av størrelsen på partiklene er en fyllstoffmengde på 25–50 volumprosent vanlig. Disse materialene vil få en veldig fin og glatt overflate ved polering, men vil gi en stor polymerisasjonskrymping.

I de siste årene har fokus på såkalt nanoteknologi vært sterkt økende, og det gjenspeiles også i den dentale verden. Nanomaterialene har gjort sitt inn- tog, men det kan hende endringen ligger vel så mye i navnet som i selve pro-

## Forfatter

Hilde Molvig Kopperud, forsker, dr.scient. Nordisk Institutt for Odontologiske Materialer, Haslum, Norge

duktet. Nano står for  $10^{-9}$ , og begrepet nanoteknologi omfatter normalt dimensjoner opp til 100 nm (nanometer). Dette tilsvarer 0,1  $\mu\text{m}$  (mikrometer,  $10^{-6}$  m), og partikler av denne størrelsen er blitt brukt som fyllstoff i lang tid.

Når det gjelder flytegenskaper markedsføres ofte fyllingsmaterialer som universelle, eller som flow-type. De universelle materialene skal kunne brukes til alle typer fyllinger, også i okklusalflater. De inneholder derfor større mengder fyllstoff (opp til 70 volumprosent), og innehar øket bøyestyrke i forhold til materialer som ikke kan brukes i okklusalflatene. På grunn av den større mengden fyllstoff er de vanligvis tyktflytende (seige). Flow-type-materialer flyter lettere, som navnet tilsier, på grunn av den mindre mengden fyllstoff. De mekaniske egenskapene er vanligvis ikke så gode som for universalmaterialer. Ofte medfører dette at denne materialtypen (flow) kun anbefales brukt til klasse III- og V-fyllinger, og til IV uten tyggetrykk.

### Spørsmål

Produsentene opplyser gjerne at deres kompositt tilfredsstiller kravene i ISO-standard for kompositt. Hvilke krav stilles det til komposittmaterialene i denne standarden?

**Svar:** I den internasjonale standarden ISO 4049: 2000 *Dentistry – Polymer-based filling, restorative and luting materials*, er det beskrevet krav som materialene bør oppfylle for sikker bruk. De mekaniske egenskapene er relatert til krav til bøyestyrke, og til herdedybde (lysherdende materialer). Herdedybden skal være minimum 1 mm etter test- og beregningsmetoder beskrevet i standarden. Kravene til bøyestyrke er avhengig av anbefalt bruk av materialet, okklusalt eller ikke-okklusalt, og er på 80 MPa (N/mm<sup>2</sup>) for materialer til okklusalflater, og 50 MPa for andre materialer. Det stilles ingen spesifikke krav i forhold til maksimal utlekking av restmonomer eller av tilsetningsstoffer fra kompositter i standarden, men det refereres generelt til standarder for biokompatibilitet (ISO 10993-serien om *Biological evaluation of medical devices*).

### Spørsmål

Hva skjer med kompositter over tid?



Fig. 2. Analyse av kompositters innholdsstoffer ved gasskromatografi-massespektrometri.

**Svar:** Materialer i munnhulen vil degraderes over tid. Degraderingen av kompositter kan foregå på to måter, en kjemisk/biologisk nedbrytning av materialet, og en fysikalsk/mechanisk slitasje. Begge metodene vil kunne frigjøre kjemiske stoffer og/eller partikler fra kompositten.

Ved en kjemisk nedbrytning av et materiale vil reaksjoner i overflaten kunne frigjøre avspaltningssprodukter. Den kjemiske degradasjonen skjer ved hydrolyse og oksidasjon på overflaten av kompositten. Hydrolysen kan bli stimulert av enzymer i munnhulen, og det er rapportert at methacrylsyre kan produseres ved slik enzymatisk hydrolyse av methacrylat-baserte dentale materialer. Andre nedbrytnings- og biprodukter kan være formaldehyd, og bisphenol-A fra Bis-GMA. Den siste har blant annet vært i søkelyset som mulig hormonhermer (xenoøstrogene). Av denne, og andre, årsaker har Bis-GMA i flere nyere kompositter blitt (delvis) erstattet med blant annet UDMA og Bis-EMA. Det er blitt vist i flere studier at UDMA-baserte kompositter er mer kjemisk stabile enn de tradisjonelle Bis-GMA-baserte materialene. Dette forklares med en ulik kjemisk struktur for de to monomerene, som blant annet gjør den ene (Bis-GMA) mer utsatt for hydrolyse. Nedbrytning av fyllstoffet kan gi utløsning av enkelte uorganiske ioner, for eksempel barium- og silicium-

mioner, men her er det snakk om veldig små mengder.

Mekanisk belastning av materiale vil skje ved tygging. Dette kan medføre både abrasjon og frakturer av materialet over tid. Det viser seg at både fyllstoffet samt polymermatrisen har innvirkning på materialets fysikalske egenskaper. NIOM har blant annet sett at materialer som har omtrent lik mengde fyllstoff, men ulik polymermatrise kan ha relativt stor variasjon i bøyestyrke og hardhet. Felles for alle de testede materialene var likevel at de oppfylte kravene til bøyestyrke i henhold til ISO 4049. Et fuktig miljø vil gi svelling av polymermatrisen i kompositten. Denne svellingen vil reduseres med økt fyllstoffmengde. Generelt har det vært vanskelig å finne laboratorietester som på en god måte simulerer slitasjen i munnen, og langtids klinisk oppfølging er nødvendig for å få en god vurdering av komposittenes holdbarhet.

### Spørsmål

Hva er forventet levetid for en komposittfylling?

**Svar:** Det er begrenset vitenskapelig informasjon om holdbarheten til ulike kompositt tannfyllingsmaterialer basert på in vivo-forsøk over lengre tid. Undersøkelser gjort over kortere tidsrom viser ofte liten forskjell mellom ulike komposittmaterialer. For komposittmaterialer generelt er det blitt lagt frem data på varierende levetider. Imidlertid tyder mye som viser at nyere kompositt fyllinger har fått en akseptabel levetid, sammenlignet med den levetid som kan forventes for amalgamfyllinger.

I en spørreundersøkelse gjort hos tannleger i Norge i 2001 fremgikk det at levetiden for kompositter frem til utskifting av fyllingen, var 9,3 år, mens tilsvarende levetid for amalgamfyllinger var 12,7 år. I en dansk undersøkelse publisert i 2005, er kliniske parametere til kompositt fyllinger for til sammen 140 restaureringer hos 28 pasienter vurdert. Etter 11 år ble fortsatt 80–90 % av fyllingene vurdert som optimale eller akseptable, og kun 10–20 % som uakseptable. Hovedårsakene til omlegging og reparasjon av fyllingene var frakturer, sekundærkaries, og manglende approssimal kontakt.

### Spørsmål

Hvilke biologiske effekter kan lekkasje-produkter fra kompositter gi?

**Svar:** Flere laboratorieundersøkelser har påvist lekkasje fra kompositte fyllinger. Ofte gjøres undersøkelser med utløsning i alkohol eller vann, og ingen av disse mediene vil simulere miljøet i munnhulen særlig godt. I tillegg gjøres utløsningsanalyser i Ringers løsning (en saltløsning), men denne inneholder heller ikke enzymer som jo er tilstede i saliva. Likevel viser resultatene at både monomerer og tilsetningsstoffer lekker ut i varierende grad, men at utlekkingen i vann/vandig løsning er betydelig mindre både når det gjelder antall forbindelser og mengder av disse, enn i alkohol.

Det er påvist helseskadelige effekter ved enkelte av komponentene som inngår i dentale kompositter. Blant annet er det vist at monomeren TEGDMA,

som inngår i de fleste kompositter, er celletoksisk ved in vitro-forsøk. TEGDMA er et lite molekyl, slik at en kan forvente noe utlekking av ureagert monomer. Det er publisert at enkelte Bis-GMA-baserte kompositter, og derivater fra bisphenol-A-baserte produkter, kan ha en hormonhermende effekt. Det er likevel usikkert om de små dosene ved eksponering fra tannfyllinger har en effekt på pasienten. Av større betydning er den allergene effekten til monomerer av methacrylat-typen, som burde være godt kjent.

En rapport fra Kunskapscenter för dentala material (KDM) konkluderer med at det ikke foreligger noen uakseptabel risiko for pasienten for akutt eller kronisk toksisk påvirkning fra polymerbaserte tannfyllinger. Dette skyldes hovedsakelig de små dosene som pasienten blir utsatt for. Det er viktig å påpeke at en god herding med høy omsetningsgrad reduserer mengden restmonomer i materialet betraktelig, og reduserer dermed også den potensielle lekkasjen. I tillegg vil høy omsetning redusere antall gjenværende dobbeltbindinger i materialets overflate, og dermed også muligheten for kjemisk degradering. I den sammenheng må det påpekes viktigheten av vedlikehold og kontroll av herdlampen, og at tilstrekkelig herdetid benyttes.

### Utvalgte referanser

1. Dahl JE, Mjör IA, Moorhead JE. Fyllingsterapi i Norge, materialvalg, holdbarhet og årsaker til revisjon. *Nor Tannlegeforen Tid* 2001; 111: 552–6.
2. Dentala kompositmaterial. KDM rapport 2003–123–27, Stockholm: Socialstyrelsen; 2003.

3. Finer Y, Santerre JP. The influence of resin chemistry on a dental composite's biodegradation. *J Biomed Mater Res* 2004; 69A: 233–46.
4. Gimmedstad AL, Holst D, Grytten J, Skau I. Exit amalgam? – Amalgambruk i tannhelsetjenesten i Norge 2002. *Nor Tannlegeforen Tid* 2004; 114: 284–6.
5. Lygre H, Høl PJ, Solheim E, Moe G. Organic leachables from polymer-based dental filling materials. *Eur J Oral Sci* 1999; 107: 378–83.
6. Olea N, Pulgar R, Pérez P, Olea-Serrano F, Rivas A, Novillo-Fertrell A, et al. Estrogenicity of resin-based composites and sealants used in dentistry. *Env Health Persp* 1996; 104: 298–305.
7. Pallesen U, Qvist V. Plastfyldninger og –indlæg – En 11-års klinisk evaluering. *Nor Tannlegeforen Tid* 2005; 115: 148–57.
8. Ruyter IE, Øysæd H. Analysis and characterization of dental polymers. CRC Press. *Quarterly Rev on Compatibility* 1988; 4: 247.
9. Ruyter IE. Physical and chemical aspects related to substances released from polymer materials in an aqueous environment. *Adv Dent Res* 1995; 9: 344–7.
10. Sosial- og helsedirektoratet, Norge. Retningslinjer for bruk av tannrestaureeringsmaterialer. 2003.
11. Spahl W, Budzikiewicz H, Geurtsen W. Determination of leachable components from four commercial dental composites by gas and liquid chromatography/mass spectrometry. *J Dent* 1998; 26: 137–45.

*Adresse: Forsker, Hilde Molvig Kopperud, NIOM –Nordisk Institutt for Odontologiske Materialer, P.O. Box 70, NO-1305 Haslum, Norge. E-post: niom@niom.no. Hjemmeside: www.niom.no*