

Kan LED-polymerisationslamper polymerisere plastmodificerede glasionomercementers?

Nikoline Graversen, Anne Peutzfeldt og Erik Asmussen

LED-polymerisationslamper udsender lys inden for et snævrere bølgelængdeinterval end halogenlamper. Dette bevirker at visse plastbaserede materialer ikke kan hærdes tilfredsstillende med LED-lamper. Plastmodificerede glasionomercementers hærder sfa. sammenblanding af to komponenter samt ved belysning med en polymerisationslampe.

Nærværende undersøgelse havde til formål at undersøge hvorvidt LED-lamper kan anvendes til hærning af plastmodificerede glasionomercementers, samt at undersøge hvorvidt lyspolymeriseringen overhovedet har en effekt på glasionomercementers mekaniske egenskaber.

Effekten af belysning og af belysning med LED-lamper blev vurderet på basis af måling af bøjestykken og bøjemodulen af tre plastmodificerede glasionomercementers (Fuji II LC, PhotacFil Quick Aplicap og Vitremer). Glasionomercementers blev hærnet på fire forskellige måder: glasionomercementers blev ikke belyst, glasionomercementers blev belyst med en halogenlampe (XL 3000) eller med en af to LED-lamper (Bluephase, L.E.Demetron I).

Manglende belysning resulterede i glasionomercementers med mindre bøjemodul (stivhed). Belysning med LED-lamperne resulterede i bøjestykker og bøjemoduler der var ligeså høje som dem der blev målt efter belysning af cementers med halogenlampen.

For nogle år tilbage blev en ny type polymerisationslampe introduceret på det danske marked, nemlig LED- (Light Emitting Diode) lampen.

En fordel ved LED-lamper er at de udnytter en større del af energien til udsendelse af lys, hvilket medfører at lamperne kan udformes med genopladelige batterier i stedet for ledning. Dette gør at mange tandlæger finder dem mere behagelige at betjene end de traditionelle halogenlamper. En ulempe ved LED-lamperne er imidlertid at de kun udsender lys i et forholdsvis snævert bølgelængdeområde. For at polymerisationen af et lyspolymeriserende materiale skal forløbe bedst muligt, skal lyskildens udsendelsesspektrum svare til fotoinitiatorens absorptionspektrum. I adskillige undersøgelser er diverse LED-lampers evne til at polymerisere kompositte plastmaterialer afprøvet (1-5). En anden type af lyspolymeriserende materialer, plastmodificerede glasionomercementers, har ikke været genstand for samme undersøgelser.

Plastmodificerede glasionomercementers besidder to hærningsmekanismer: en syre-base-reaktion som hos konventionelle glasionomercementers samt en polymerisering vha. frie radikaler som hos plast. I de fleste fabrikater anvendes en polymerisering der initieres ved belysning. I fabrikatet Vitremer anvendes imidlertid både lysinitiering samt kemisk initiering ved blanding af to komponenter. Forskellige fabrikater af plastmodificerede glasionomercementers kan variere mht. styrkeforholdet mellem de to, hhv. tre, hærningsmekanismer. Man kan frygte at syre-base-reaktionen og/eller den kemisk initierede polymerisering i visse fabrikater er meget svag. I kaviteter der er udformet og placeret således at lyskilden ikke kan ramme materialet direkte, vil materialet følgelig være svagt.

Formålet med nærværende arbejde var at undersøge effekten af lyspolymerisering samt af polymerisering med LED-lamper på plastmodificerede glasionomercementers mekaniske egenskaber.

Materiale og metode

I undersøgelsen blev der brugt tre fabrikater af plastmodificerede glasionomercementers: Fuji II LC farve A3 (GC Corporation), PhotacFil Quick Aplicap farve A3 (3M ESPE) og Vitremer farve A3 (3M ESPE). Der blev benyttet tre lamper ved forsøget: XL 3000 (3M ESPE) som repræsentant for en konventionel halogenlampe, L.E.Demetron I (Kerr) som repræsentant for en »smalspektret« LED-lampe samt Bluephase (Vivadent, *low power mode*) som repræsentant for en »bredspektret« LED-lampe. Intensiteten af de tre lamper blev målt med en lysmåler (L.E.D. Radiometer; Demetron) til hhv. 400 mW/cm², 800 mW/cm² og 610 mW/cm².

Tabel 1. Bøjestykke (middelværdi og standarddeviation) for de tre fabriker af plastmodificeret glasionomercement afhængig af hærde-metode.

Hærdemetode	Bøjestykke (MPa)		
	Fuji II LC	PhotacFil	Vitremer
Ingen lyshærdning	26 ± 4	27 ± 5	27 ± 6
XL 3000 (halogenlampe)	27 ± 7	23 ± 7	33 ± 10
L.E.Demetron I (LED-lampe)	29 ± 11	20 ± 6	33 ± 9
Bluephase (LED-lampe)	25 ± 6	22 ± 3	32 ± 8

Tabel 2. Bøjemodul (middelværdi og standarddeviation) for de tre fabriker af plastmodificeret glasionomercement afhængig af hærde-metode.

Hærdemetode	Bøjemodul (MPa)		
	Fuji II LC	PhotacFil	Vitremer
Ingen lyshærdning	5,2 ± 0,8	5,7 ± 0,5	7,1 ± 0,5
XL 3000 (halogenlampe)	8,3 ± 0,6	6,3 ± 0,9	9,4 ± 1,0
L.E.Demetron I (LED-lampe)	8,0 ± 0,6	7,0 ± 1,1	9,7 ± 1,7
Bluephase (LED-lampe)	8,3 ± 0,4	7,0 ± 0,8	9,1 ± 1,3

For hver glasionomercement blev der lavet fire serier a otte prøvelegemer til bestemmelse af materialernes bøjestykke og bøjemodul: tre serier som hver blev belyst med en af de tre nævnte lamper, og én serie som ikke blev belyst. Glasionomercementen blev blandet efter producentens anvisninger og fyldt i en lille vokset messingform (længde 25 mm, højde 2 mm og bredde 2 mm).

De prøver hvor man ønskede at måle bøjestykke og bøjemodul efter belysning, blev straks efter blanding og applicering i messingformene belyst 5 x 20 sek. på hver af de to modstående sider. Med de prøver hvor bøjestykken skulle bestemmes for ikke-belyste cementer, blev messingform indeholdende cementen placeret ved 100% luftfugtighed og 37° C i én time. Alle prøvelegemer blev anbragt i vand ved 37 °C i syv døgn.

Efter vandlagring målt bøjestykke og bøjemodul ved trepunktsbøjeprovning. Resultaterne blev analyseret statistisk vha. variansanalyse og Newman-Keuls' *multiple range test* med $p = 0,05$ som signifikansniveau.

Resultater

Resultaterne af trepunktsbøjeprovningerne i form af midelværdier og standarddeviationer for bøjestykke og bøjemodul fremgår af hhv. Tabel 1 og Tabel 2.

Ved måling af bøjestykken sås der for ingen af de tre glasionomercementen en signifikant forskel efter belysning med halogenlampen og LED-lamperne. Ligeledes var der ikke nogen signifikant forskel mellem bøjestykken efter belysning og uden belysning. Når glasionomercementerne var belyst med en af LED-lamperne, havde Vitremer signifikant højere bøjestykke end PhotacFil, mens Vitremer kun havde signifikant højere bøjestykke end Fuji II LC når materialerne var belyst med Bluephase LED-lampen.

Mht. bøjemodul sås der for ingen af de tre glasionomercementen

signifikant forskel efter belysning med de tre lamper. Bøjemodulet målt på ikke-belyste prøvelegemer var for Fuji II LC og Vitremer signifikant mindre end for belyste prøvelegemer. For PhotacFil var bøjemodulen signifikant lavere for de ikke-belyste prøver sammenlignet med de prøver der var belyst med LED-lamperne. Der var imidlertid ingen signifikant forskel på bøjemodulen for PhotacFil efter belysning med halogenlampen og for ikke-belyste PhotacFil prøvelegemer.

Uanset om glasionomercementerne var belyst eller ej, havde Vitremer signifikant højere bøjemodul end PhotacFil. Når materialerne var belyst med halogenlampen eller L.E.Demetron I-lampen, havde Vitremer også signifikant højere bøjemodul end Fuji II LC.

Diskussion

Ved sammenligning af de tre undersøgte glasionomercementen ses det at Vitremer havde bedre mekaniske egenskaber end PhotacFil. Ligeledes er Vitremer under adskillige af de anvendte forsøgsbetingelser stærkere end Fuji II LC. Dette er i overensstemmelse med hvad der er rapporteret i andre tidligere undersøgelser (6-8), og man må således forvente at Vitremerfyldninger, alt andet lige, holder længere i kaviteter hvor fyldningerne udsættes for belastninger.

I nærværende undersøgelse var der ingen forskel på plastmodificerede glasionomercementers mekaniske egenskaber efter belysning med halogenlampen og efter belysning med de to LED-lamper. Der ser derfor ikke ud til at være problemer med at bruge LED-lamper til polymerisering af plastmodificerede glasionomercementen, heller ikke med såkaldte »snævre« LED-lamper. Dette er en fordel da det øger anvendeligheden af LED-lamperne.

Alle tre materialer viste følsomhed over for udeladelse af belysning, hvilket viser at hærdningen optimeres når mate-

Faktarude

- Manglende belysning af plastmodificerede glasionomercementer medfører at cementerne ikke får optimale mekaniske egenskaber.
- Belysning af plastmodificerede glasionomercementer med LED-lamper kan give cementerne lige så gode mekaniske egenskaber som dem cementerne får efter belysning med halogenlamper.

rialerne belyses. Dette er i overensstemmelse med resultaterne fra tidligere undersøgelser (8,9), og understreger vigtigheden af at tandlægen gør sig umage med at få alle dele af fyldningen belyst optimalt. På trods af at Vitremer besidder en ekstra hærdningsmekanisme i form af kemisk initieret polymerisering, var Vitremer ligeså følsomt over for manglende belysning som de to andre fabrikater af plastmodificerede glasionomercementer.

Tak

3M ESPE og GC Corporation takkes for at have doneret materialerne til undersøgelsen. IvoclarVivadent og Kerr Corporation takkes for at have stillet LED-lamperne til rådighed.

English summary

Can LED photocuring units be used to cure resin-modified glass ionomer cements?

The narrow wavelength band of LED curing units compared to that of quartz-tungsten-halogen units hampers sufficient cure of certain resin-based materials. Resin-modified glass ionomer cements cure as a consequence of mixing two components, and as a consequence of irradiation with visible light. This study determined the flexural strength and flexural modulus of three resin-modified glass ionomer cements that had been cured in four different ways: without irradiation, following irradiation with a quartz-tungsten-halogen unit or with one of two LED curing units. Omission of light-curing resulted in a reduction in flexural modulus. Irradiation with the two LED curing units resulted in flexural strengths and moduli that did not differ from the flexural properties obtained following irradiation with the quartz-tungsten-halogen unit.

Litteratur

1. Hofmann N, Hugo B, Klaiber B. Effect of irradiation type (LED or QTH) on photoactivated shrinkage strain kinetics, temperature rise, and hardness. *Eur J Oral Sci* 2002; 110: 471-9.
2. Asmussen E, Peutzfeldt A. Light-emitting diode curing: Influence on selected properties of resin composites. *Quintessence Int* 2002; 34: 71-5.
3. Lindberg A, Peutzfeldt A, van Dijken JWV. Curing depths of a universal hybrid and a flowable resin composite cured with quartz tungsten halogen and light-emitting diode units. *Acta Odontol Scand* 2004; 62: 97-101.
4. Wiggins KM, Hartung M, Althoff O, Wastian C, Mitra SB. Curing performance of a new-generation light-emitting diode dental curing unit. *J Am Dent Assoc* 2004; 135: 1471-79.
5. Bala O, Olmez A, Kalayci S. Effect of LED and halogen light curing on polymerization of resin-based composites. *J Oral Rehabil* 2005; 32: 134-40.
6. Ejersbo M, Peutzfeldt A. Type II glasionomercementer: konventionelle og lyspolymeriserbare. *Tandlægebladet* 1995; 99: 731-32.
7. Attin T, Vataschaki M, Hellwig E. Properties of resin-modified glass-ionomer restorative materials and two polyacid-modified resin composite materials. *Quintessence Int* 1996; 27: 203-9.
8. Kerby RE, Knobloch L, Thakur A. Strength properties of visible-light-cured resin-modified glass-ionomer cements. *Oper Dent* 1997; 22: 79-83.
9. Ejersbo M, Peutzfeldt A. Belysningens betydning for lyspolymeriserbare glasionomercementers egenskaber. *Tandlægebladet* 1995; 99: 839-40.

Forfattere

Nikoline Graversen, stud.odont., Anne Peutzfeldt, lektor, ph.d., dr.odont. og Erik Asmussen, professor, cand.scient., dr.odont. Afdeling for Dentalmaterialer, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet