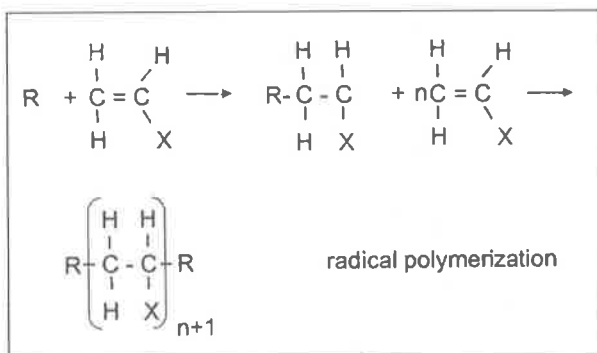
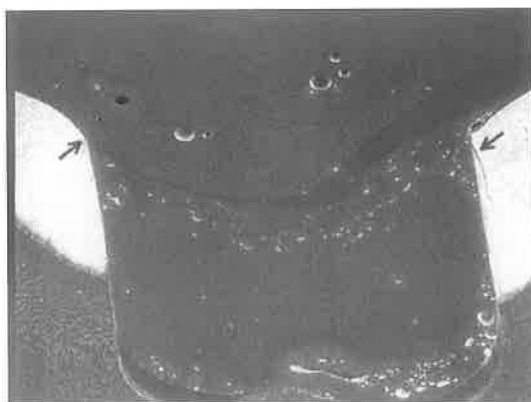


Konfiguracijski faktor - faktor koji zbunjuje

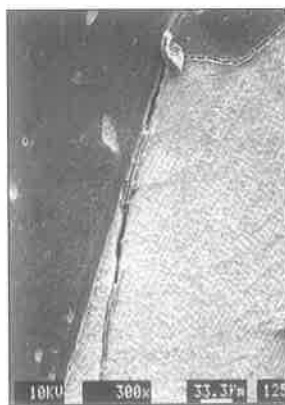
Mr. sc. Vlatko Pandurić
Zavod za dentalnu patologiju
Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
Gundulićeva 5
HR-10000 Zagreb



Slika 1.
Radikalna polimerizacija



Slika 2.
Ispun I. razreda sa svjetlosno polimerizirajućim kompozitom. Strelice pokazuju frakture cakline



Slika 3.
Pukotina u caklini

Od trenutka kada se studenti upoznaju sa radom u ambulanti tj. radom na pacijentima, pitaju se kojim materijalom rekonstruirati oštećen zub, koji je materijal bolji, kompozit ili amalgam? Svaki od navadenih materijala ima svoju indikaciju. Ako se poštuju sva načela preparacije kaviteta i uputstva proizvođača izabranog materijala ispun može biti jednako kvalitetan bez obzira radilo se o amalgamu ili u kompozitu. Sve viši estetski kriteriji suvremenog čovjeka nametnuli su kompozitne materijale kao prvi izbor. Međutim, osim kriterija estetike kompozitni ispun treba zadovoljiti i kriterije kvalitete i dugotrajnosti. Tehnike izrade ispuna sa kompozitnim materijalom puno su osjetljivije od izrade amalgamskog ispuna po Blackovim principima. Rekonstrukcija oštećenih tkiva krune zuba sa kompozitnim materijalima zahtijeva razumijevanje tehnika rada, fizičko-kemijske karakteristike materijala i sve čimbenike koji mogu djelovati na kvalitetu rekonstruirane krune. Inicijacija polimerizacije se može postići miješanjem dvije komponente od kojih jedna sadrži inicijator a druga aktivator. Tako se stvrđavaju kemijski polimerizirajući kompoziti. Inicirati polimerizaciju može se i svjetlom valne duljine od 450-500 nm, čime se aktivira fotoaktivator (najčešće kamforokinon) potreban za pokretanje reakcije polimerizacije (1). Kompoziti se stvrđavaju radikalnom polimerizacijom (slika 1). Formiranje ovih makromolekula povezano je sa skupljanjem polimeriziranog materijala. Intermolekularna distanca monomera iznosi 0.3-0.4 nm. Pri po-

limerizaciji uspostavlja se kovalentna sveza, a udaljenost između monomera je 0.15 nm. Smanjenje razmaka između dvije molekule uvjetuje i volumetrijsko skupljanje. Versluis i sur. (3) su potvrdili da se svjetlosno polimerizirajući kompoziti ne skupljaju prema izvoru svjetla, nego prema granicama za koje su vezani. Također je naglašena važnost smanjenja stresa a ne smjera skupljanja. Na slikama 2 i 3 prikazani su lomovi cakline na obje strane kaviteta I razreda, nastali uslijed stresa pri skupljanju.

Stres uslijed skupljanja kompozitnih materijala

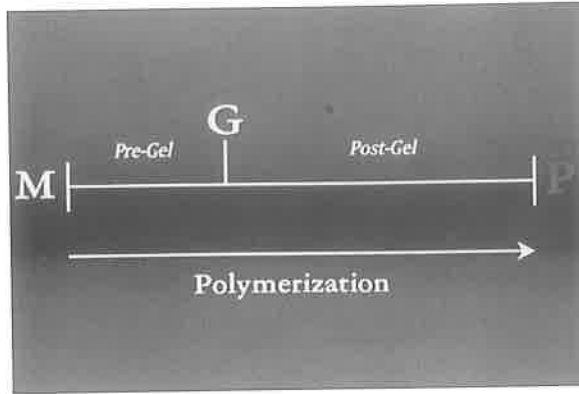
Potpuno volumetrijsko skupljanje za vrijeme radikalne polimerizacije može se podijeliti na dvije temeljne faze; pregelacijsku i postgelacijsku fazu (2). Za vrijeme pregelacijske faze kompozit je u plastičnom stanju i ima sposobnost "tečenja" kako bi ublažio stres. "Tečenje" znači pomicanje monomera u novi položaj unutar organske matrice. Međutim, u gel točki i poslije nje, materijal razvija tvrdoću (krutost). "Tečenje" nije u stanju kompenzirati stres koji nastaje skupljanjem. Stoga skupljanje koje nastaje u postgelacijskoj fazi dovodi do pojave stresa na površini sveživanja kompozita i strukture zuba koje ga okružuju (4,5). Pojam "gel točka" je dosta iluzoran izraz i teško ga je "osjetiti" za vrijeme postupka (slika 4).

Skupljanje i stres pri mikronaprezanju svjetlosno polimerizirajućih kompozita događaju se vrlo brzo, što može uzroko-

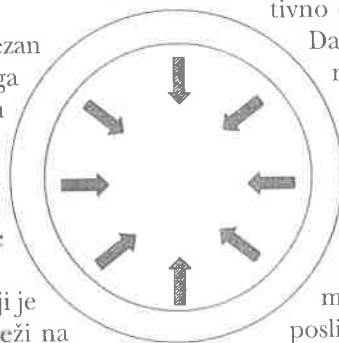
vati pukotine u caklini. Bilo da su kemijsko polimerizirajući ili svjetlosno polimerizirajući, svi kompoziti se skupljaju za vrijeme polimerizacije do određenog iznosa i to je unutarnja kemijska karakteristika. Skupljanje koje izaziva stres izgleda mnogo ozbiljnije kod brzih svjetlosno polimerizirajućih kompozita, stoga je dužnost svakog kliničara da pokuša smanjiti stres pri skupljanju kako bi umanjio pucanje sveze ili lomove kompozita. Kompoziti se mogu skupljati na nekoliko načina:

Slobodno skupljanje - kompozit nije povezan i pričvršćen za neku od čvrstih površina koje ga okružuju. Na smjer skupljanja ne utječu granice kaviteta. Zbog toga će se kompozit skupljati prema centru (6). Što se tiče smjera skupljanja, nema razlike u pre gel i post gel fazi. Budući da skupljanje nije ometano, neće doći do stvaranja stresa (slika 5).

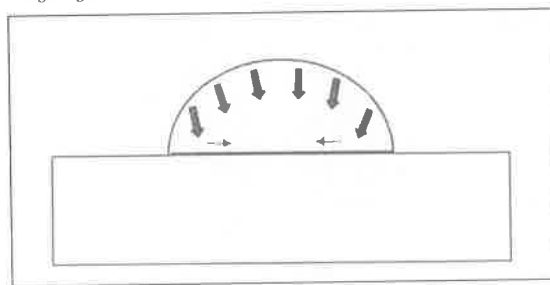
Efektivno skupljanje - kod kompozita koji je pričvršćen za samo jednu površinu (ako leži na njoj), na skupljanje će utjecati novostvoreni granični uvjeti. Skupljanje prema središtu mase nije moguće budući da se kompozit ne može odlijepiti od površine za koju je pričvršćen, odnosno na koju priliježe. Zato će gubitak volumena biti kompenziran skupljanjem prema površini svezivanja. Pono-vo neće biti velike razlike u pre i post gel fazi u smjeru skupljanja i skoro nikakav stres se neće pojaviti (slika 6). Skupljanje horizontalnog kompozitnog sloja koji spaja nasuprotne zidove - kod većine isprepariranih kaviteta skupljanje će biti ometano nasuprotnim zidovima. U pregelacijskoj fazi gubitak volumena će biti kompenziran otjecanjem kompozita od slobodnih prema vezanim površinama. S obzirom na kompenzaciju, nikakav značajniji stres neće se pojaviti na dentinsko-kompozitnoj površini sveze. Kada polimerizacija pređe gel točku i uđe u postgelacijsku fazu, kompenzacija tečenjem više nemože slijediti skupljanje. U tom trenutku stres, sila koja vuče ko-



Slika 4. Faze polimerizacije



Slika 5. Slobodno skupljanje



Slika 6. Efektivno skupljanje

mpozit od dentinskih zidova, se pojavljuje na površini sveze između dentina i kompozita. Kompozit će se nastojati skupljati, a stres u post gel fazi raste. Ako stres iznenadi, prekorači snagu sveze, intergritet sveze dentina i kompozita se kida. Pojavljuje se pukotina koja tada kompenzira gubitak volumena i oslobada stres. Ako je tečenje kompozita ograničeno stijenka- ma kaviteta za koje se veže kompozit, stres koji se oslobodio za vrijeme polimerizacije, nega-

tivno djeluje na intergritet sveze i kvalitetu ispuna. Dakle, izgled kaviteta direktno utječe na uspjeh rekonstrukcije kompozitnim materijalima (slike 7a, 7b, 7c, 7d, 7e).

Konfiguracijski faktor

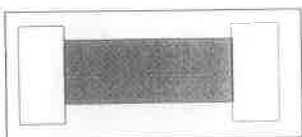
Izgled kaviteta određuje sposobnost restorativnog materijala da se slobodno kontrahira. Što je više slobodnih površina kaviteta, to će biti moguće veće tečenje u pre gel fazi i stres tijekom i poslije post gel faze biti će manji.

Konfiguracijski faktor je definirao Feilzer sa sur. 1987 g. (5), a definicija glasi:

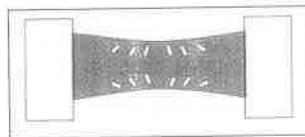
$$C \text{ (konfiguracijski faktor)} = \frac{\text{vezane površine}}{\text{slobodne površine}}$$

Ako se zamisli kocka sa otvorenim svodom, ona ima 5 jednakih površina za koje se kompozitna smola može vezati. Konačni konfiguracijski faktor (C) biti će 5. Samo mala slobodna površina omogućiti će kompenzaciju pri skupljanju "tečenjem". Zbog toga će ova konfiguracija rezultirati ekstremno velikim stresom među površinama adhezivnog svezivanja. Kocka predstavlja duboke kavitete I razreda,

što je klinički najzahtjevnija situacija za direktne kompozitne rekonstrukcije (slike 8,9). Potpuno suprotan primjer je kavitet IV razreda. Kako je vezana površina vrlo mala u odnosu na nevezane površine i nema nasuprotnih zidova, ta je situacija gotovo bez ikakvog stresa. Skupljanje će biti usmjereno prema vezanoj površini. To je razlog zbog kojeg su ispuni IV razreda klinički uspješniji od ispuna ostalih razreda (2.).



Slika 7a. Skupljanje horizontalnog kompozitnog sloja koji spaja nasuprotne zidove prije polimerizacije



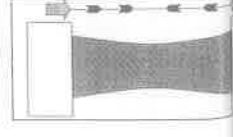
Slika 7b. Skupljanje horizontalnog kompozitnog sloja koji spaja nasuprotne zidove u pregelacijskoj fazi



Slika 7c. Skupljanje horizontalnog kompozitnog sloja koji spaja nasuprotne zidove u gel točki

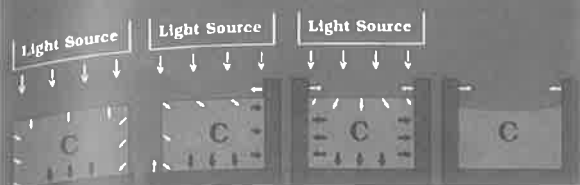


Slika 7d. Skupljanje horizontalnog kompozitnog sloja koji spaja nasuprotne zidove, snaga sveze je manja od snage stresa



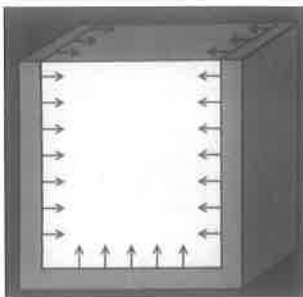
Slika 7e. Skupljanje horizontalnog kompozitnog sloja koji spaja nasuprotne zidove, snaga sveze je veća od snage stresa (stvarna mikropukotina)

Direction of Composite Shrinkage



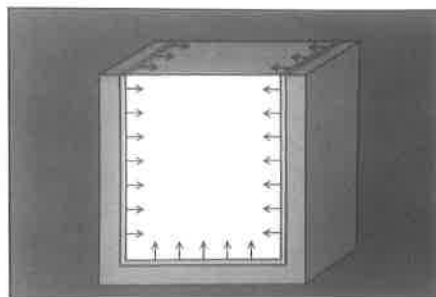
Slika 8.

Smjer skupljanja kompozitnog materijala kod različitog broja stijenki kaviteta koje su pokrivena slojem kompozitnog materijala



Slika 9.

Skupljanje kompozitnog materijala uzrokuje stres na stijenkama kaviteta za koje je adhezivno svezan kompozit



Slika 10.

Elastični materijal ispod kompozitnog materijala amortizira sile skupljanja i smanjuje stres

Macorra i Gomez-Fernandez (7) su izračunali prosječni c faktor I, II, V razreda:

I razred: 4.03 ± 0.03

II razred: 1.85 ± 0.59

V razred: 1.10 ± 0.09

Da bi se izbjegao negativan činak kaviteta sa velikim C-faktorom potrebno je kompozit stavljati u kosim slojevima koji ne spajaju nasuprotne stijenke kaviteta. Debljina sloja ne bi trebala biti veća od 2-3 mm (3,8). Prolaskom kroz kompozitni sloj intenzitet svjetla slabi i tvrdoća kompozitnog sloja na površini je puno veća nego na dnu. Razlika u tvrdoći tj., stupnju prelaska monomera u polimer, na vrhu i na dnu sloja je velika (9). Rekonstrukcijom krune u nekoliko slojeva kompozita, svaki pojedini sloj će imati C-faktor i volumen manji od njihovih vrijednosti kompletnog kompozitnog ispuna. Budući da se svaki sloj polimerizira odvojeno, čini se da C-faktor i volumen (s time i stres) mogu biti kontrolirani od strane stomatologa. Međutim to je samo djelomično točno. Odmah nakon osvijetljavanja događa se oko 70-85% skupljanja. Oko 5 min nakon osvijetljavanja dogodi se 92-95% skupljanja (10,11). To znači da će se i kod slojevite tehnike prvi neprekidni postavljeni sloj još uvijek skupljati, dok se zadnji sloj aplicira. Na kraju, dogodit će se većina skupljanja koje je određeno C-faktorom i volumenom cijelog kaviteta.

ta. To ostavlja mnogo problema pri rekonstrukciji velikih kaviteta direktnim kompozitnim ispunom. Stoga, kako se veći dio skupljanja dogodi prije nego se postavi sljedeći sloj, slojno postavljanje kompozita je još uvijek način kako reducirati stres pri skupljanju. Uzimajući u obzir tu činjenicu, najbolje je tehniku stavljanja kompozita odjednom (bulk tehnika) izbjegavati. Yap (12) je konstatirao da čak i kod materijala za koje se tvrdi da se mogu osvijetliti u slojevima debljine 4-5 mm, ne može doći do kvalitetne konverzije monomera u polimer. Samim tim nepotpuno je i stvrdnjavanje ako je debljina kompozitnih slojeva veća od 2-3 mm. Produženo osvijetljavanje nije rješenje tog problema. Negativan utjecaj konfiguracijskog faktora i stresa pri skupljanju može se umanjiti uporabom elastičnijih materijala ispod kompozita, kao što su novije generacije dentinskih adheziva, stakleno-ionomerni cementi i tekući kompoziti (13). Ti materijali djeluju kao amortizacijski sloj i smanjuju mogućnost nastanka stresa (slika 10).

Configuracijski faktor je samo jedan od čimbenika koji utječe na rad sa kompozitnim materijalima. Kako je kompozit materijal sa izuzetno osjetljivom tehnikom rada, potpuno razumijevanje svih čimbenika je neophodno da bi rekonstrukcija oštećenih tvrdih tkiva zuba bila estetska, kvalitetna i dugotrajna.

Configuracijski faktor je samo jedan od čimbenika koji utječe na rad sa kompozitnim materijalima. Kako je kompozit materijal sa izuzetno osjetljivom tehnikom rada, potpuno razumijevanje svih čimbenika je neophodno da bi rekonstrukcija oštećenih tvrdih tkiva zuba bila estetska, kvalitetna i dugotrajna.

Literatura:

1. Meyers ML, Caughman WF, Rueggeberg FA. Effect of restoration composition, shade and thickness on the cure of a photo-activated resin cement. J Prosthodont 1994;3(3):149-157
2. Davidson C, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restorations. J Dent 1997;25(6):435-44
3. Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakagushi RL. Does an incremental filling technique reduce the polymerization shrinkage stress? J Dent Res 1996;75(3):871-878
4. Davidson C, de Gee AJ, Feilzer AJ. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. J Dent Res 1984;63(12):1394-1399
5. Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson C. Setting stresses in composite resin in relation to the configuration of the restoration. J Dent Res 1987;66(11):1636-1639
6. Hansen EK. Visible light cured composite resin: polymerization contraction, contraction pattern and hydroscopic expansion. Scand J Dent Res 1982;90:329-335

7. de la Macorra JC, Gomez-Fernandes. Quantification of the configuration factor in class I and class II cavities and simulated cervical erosion. Eur J Prosthodont Restor Dent 1996;4(1):29-33
8. Tjan AH, Bergh BH, Linder C. Effect of various incremental techniques on the adaptation of class II composite resin restorations. J Prosthet Dent 1992;67(1):62-66
9. Pilo R & Cardash HS. Post-irradiation polymerization of different anterior and posterior visible light-activated resin composites. Dent Mater 1992;8:299-304
10. Sakagushi RL, Douglas WH, Peters MC. Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. J Dent 1992;20:183-188
11. Unterbrink G. Esthetic dentistry(part one). Direct composites. Dental medium 1998; 6(4):13-18
12. Yap AUS. Effectiveness of polymerization in composite restorations claiming bulk placement: Impact of cavity depth and exposure time. Oper Dent 2000;25:113-120
13. Davidson CL. Handling polymerization stress in composite restorations. Proceedings from the 2nd international symposium. S. Margherita Ligure, Italy March 1998.

