

## ANALIZA SPEKTRALNE RASPODJELE NEKIH KOMERCIJALNIH SVJETLOSNIH IZVORA ZA POLIMERIZACIJU KOMPOZITNIH MATERIJALA

**Jozo Šutalo, Andrej Meniga, Goran Pichler\* i Darko Fijan\***

Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

\* Institut za fiziku Sveučilišta u Zagrebu

Primljeno: 28. 3. 1989.

### Sažetak

U ovom radu analizirana je spektralna raspodjela četiri komercijalna izvora svjetlosti za polimerizaciju jednokomponentnih kompozitnih materijala. Posebna pažnja posvećena je dijelu spektra oko 400 nm, kao kritičnom području odgovornom za moguća oštećenja ljudskog oka.

**Ključne riječi:** kompozitni materijali, spektrofotometrija

### UVOD

Vidljivo svjetlo valne dužine oko 470 nm pokazalo se usporedbom s ultraljubičastim svjetlom znatno efikasnijim sustavom za polimerizaciju kompozitnih materijala. Mjerenje spektralne raspodjele intenziteta svjetiljki koje se koriste za polimerizaciju, predstavlja jedan od važnih koraka u razumijevanju procesa stvrdnjavanja različitih vrsta kompozita. Budući da se radi o relativno uskom spektralnom području koje zahvaća interval od 400 do 500 nm s poželjnim maksimumom kod 468 nm, postavlja se pitanje u kojoj mjeri ljubičasti i ultraljubičasti dio te raspodjele zračenja može nepovoljno utjecati na oči, kako pacijenta tako i zdravstvenog osoblja u neposrednoj blizini aparata za polimerizaciju.

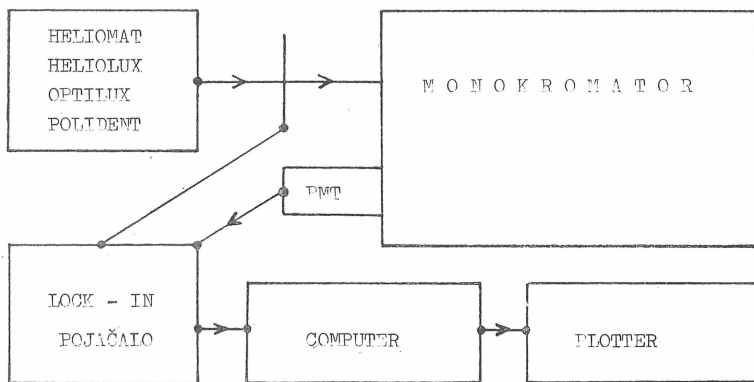
Halogeni izvori svjetlosti koji koriste žarulje s volframovom niti u atmosferi jodnih para, imaju mali postotak svjetlosti u spektralnom području ispod 400 nm. Žarulje se nalaze u posebno odijeljenom aparatu, te se putem posebnih filtera izdvaja određeni dio spektra, koji se svjetlovođom provodi do mjesta gdje se želi izvršiti stvrdnjavanje kompozita. Pravilnim izborom optičkih elemenata moglo bi se u znatnoj mjeri smanjiti štetan utjecaj ultraljubičaste svjetlosti na ljudsko oko. Izravno gledanje u izvor plavog svjetla za vrijeme tretmana uzrokuje vizuelno zamaranje, koje se očituje u nemogućnosti razlikovanja finih nijansi boja kompozitnog

materijala i zuba (1). Ponovno izlaganje može zbog kumulativnog djelovanja izazvati promjene na unutarnjim strukturama oka (2, 3, 4, 5, 6).

U ovom smo radu posvetili pažnju spektralnoj raspodjeli nekoliko uređaja za foto-polimerizaciju kompozita. U kasnijim ćemo istraživanjima rezultate koristiti pri zaključivanju da li spektralna raspodjela bitno utječe na dubinu stvrdnjavanja. Jedan od ciljeva ovog istraživanja jest i eventualni prijedlog za upotrebu sasvim novog izvora svjetlosti, kao što su specijalne metal-halogene žarulje ili čak možda poluvodički diodni laserski sustavi.

## MATERIJAL I METODA

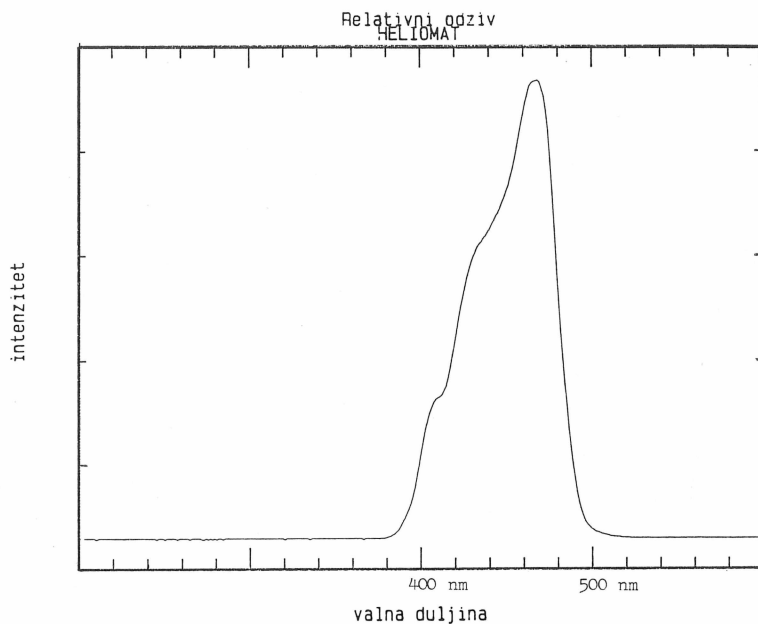
Četiri aparata za fotopolimerizaciju kompozitnih materijala (Heliomat-Vivadent, Heliolux-Vivadent, Optilux-Demetron i Polident-Poligalant) podvrgnuta su mjerenju spektralne raspodjele svjetlosnog izvora. Na slici 1



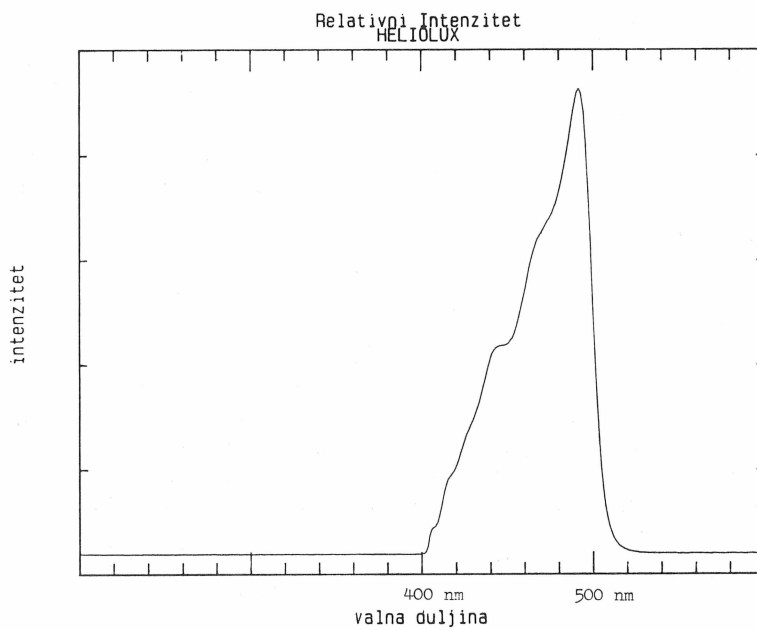
Slika 1. Eksperimentalni uređaj

shematski je prikazan eksperimentalni uređaj. Svjetlost iz svjetlovoda usmjerena je na ulaznu pukotinu monokromatora. Pomoću rotirajuće pločice s otvorima svjetlost je prekidana s frekvencijom pogodnom za primjenu fazno osjetljive metode detekcije signala. Na izlazu monokromatora, gdje je svjetlost spektralno razložena, postavljen je fotomultiplikator osjetljiv na vidljivu i ultraljubičastu svjetlost. Detektirani signal vođen je na Lock-in pojačalo (Stanford SR 501), a zatim je upotrebom softwarea SR 565 obrađen pomoću laboratorijskog kompjutera, kompatibilnog s IBM XT modelom.

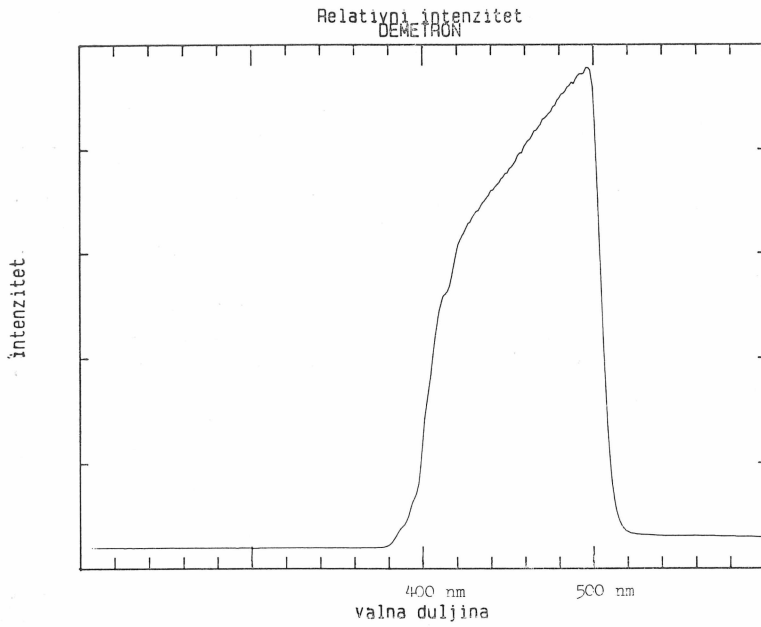
Konačni rezultat su spektralne raspodjele intenziteta svjetlosti iz četiri uređaja za fotopolimerizaciju, što je prikazano na slikama 2, 3, 4 i 5. U ovim mjerenjima nismo vršili relativna mjerenja intenziteta pomoću standardne volframove lampe, premda je to u planu daljnjih istraživanja.



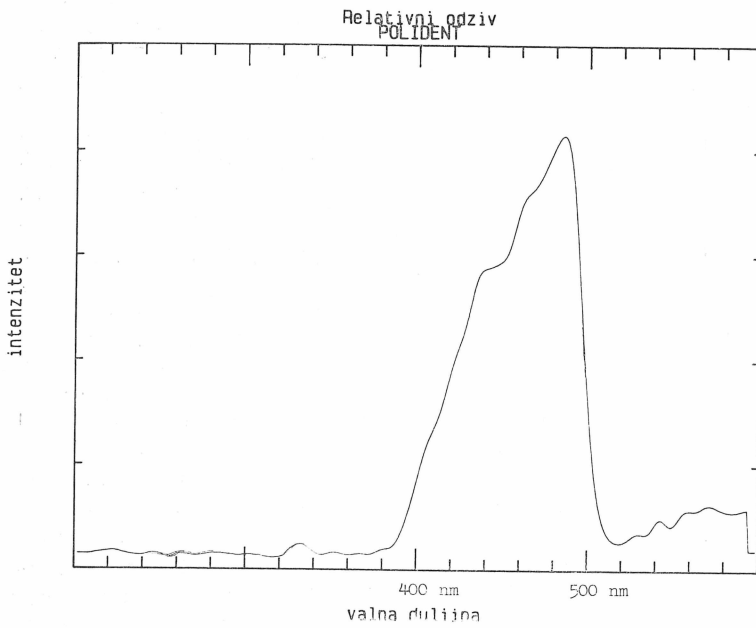
Slika 2. Spektralna raspodjela uređaja Heliomat



Slika 3. Spektralna raspodjela uređaja Heliolux



Slika 4. Spektralna raspodjela uređaja Optilux-Demetron



Slika 5. Spektralna raspodjela uređaja Polident

## REZULTATI

Na slikama 2 do 5 prikazane su spektralne raspodjele za uređaje Heliomat, Heliolux, Optilux-Demetron i Polident. Sve raspodjele su normirane na svoju maksimalnu vrijednost, što omogućuje da se usporede njihove spektralne raspodjele. Vidi se da svjetlosti kraće valne dužine od 400 nm u potpunosti nema jedino kod Helioluxa, dok u ostalim slučajevima vrlo mali postotak zračenja pada uz samu granicu, ili ispod 400 nm. Zanimljivo je uočiti da se maksimum različitih uređaja ne nalazi na istoj valnoj dužini. Maksimum kod Optilux-Demetrona je gotovo na samih 500 nm, dok je maksimum Heliomata vrlo blizu 470 nm, dakle upravo na mjestu gdje je i osjetljivost fotokemijske reakcije kod stvrdnjavanja kompozitnih materijala najveća. Po tome bi Heliomat trebao biti i najefikasniji uređaj od ova četiri koja smo ispitivali. Naravno, konačni uvid u ovo možda najvažnije svojstvo treba razjasniti u konkretnim mjerenjima dubine prodiranja efekta stvrdnjavanja.

## RASPRAVA

Spektralna raspodjela fotopolimerizacijskih uređaja potrebno je da bude što kompatibilnija s apsorpcijskim spektrom kompozitnih materijala u kojima se izaziva proces stvrdnjavanja. Taj zahtjev ne smije ići na uštrb bilo kakve mogućnosti da dođe do oštećenja očiju pacijenta i stomatologa. Čini se da je kod većine uređaja bliski UV i ljubičasti dio spektra u znatnoj mjeri potisnut, pa nema direktne opasnosti od oštećenja retine. U literaturi nisu opisana teža oštećenja oka kao posljedice rada s uređajima za svjetlosnu polimerizaciju. Spominje se, međutim, pojava vizuelnog zamora, glavobolje, te »kasnih slika« kao rezultat učestalog korištenja plavog svjetla (7). Preporučuje se upotreba zaštitnih naočala žuto-narančaste boje, koje propuštaju manje od 1% zračenja ispod 500 nm (8). Rezultati našeg ispitivanja u skladu su s mjerenjima Kullmanna (9) za Heliomat, Heliolux i Optilux-Demetron.

Već i zbog same sumnje u moguća oštećenja oka ili možda samo zbog psihološkog efekta, u okviru skorašnjih dostignuća laserske tehnike pokazuje se jedno drugo rješenje ovog problema. Razvoj poluvodičkih diodnih lasera došao je do stupnja kada pitanje cijene nije više toliko važno, jer se radi o masovnoj proizvodnji za brojne primjene u informatici, telekomunikacijama itd. Diodni laser valne dužine 936 nm, kojem bi se valna dužina prepолоvila pomoću posebnog nelinearnog kristala na 468 nm zadovoljavao bi u potpunosti zahtjev na maksimalnu osjetljivost fotokemijske reakcije. Još i prije nego se pređe na ispitivanje mogućnosti primjene diodnih lasera, efekt laserske svjetlosti na stvrdnjavanje kompozita može se laboratorijski ispitati pomoću argonskog ionskog lasera valne dužine 476,5 nm, što će svakako biti jedan od naših slijedećih istraživačkih zadataka. Totalni intenzitet laserskog zračenja može se po volji smanjivati, kako ne bi bilo nikakvih štetnih utjecaja, ali bi se upotrebom

monokromatskog laserskog svjetla u potpunosti izbjegao utjecaj daleke ljubičaste i bliske ultraljubičaste svjetlosti.

## ZAKLJUČAK

Rezultati pokazuju da je spektralna raspodjela četiriju komercijalnih uređaja (Heliomata, Helioluxa, Optilux-Demetrona i Polidenta) bogata u području spektra između 400 i 500 nm. Različiti uređaji za fotopolimerizaciju pokazuju izvjesne razlike u spektralnoj raspodjeli, ali niti jedan nema izrazito usku raspodjelu koncentriranu oko 468 nm valne dužine, gdje je maksimum apsorpcije molekula koje uzrokuju stvrdnjavanje. Svega nekoliko postotaka totalnog zračenja (ili manje) otpada na bliski ultraljubičasti dio spektra.

### ANALYSIS OF SPECTRAL DISTRIBUTION OF SOME COMMERCIAL LIGHT SOURCES FOR CURRING COMPOSITE RESINS

#### Summary

Analysis of spectral distribution of four commercial light sources for polymerisation of light cured composite materials is presented. Particular attention is paid to the wave lengths about 400 nm, as a critical area responsible for the possible eye damages.

**Key words:** composite resins, spectrophotometry

#### Literatura

1. DAVIS LG, BAKER WT, COX EA, MARSHALL J. Optical hazards of blue light curing units. *Br Dent J* 1985; 19:259—262.
2. SLINEY DM, WOLBARSH M. Effects of optical radiation on the eye. U: Safety with lasers and other optical sources. Plenum Press NY 1980; 101—151.
3. LEHRMAN S. Human ultraviolet radiation cataracts. *Ophthalmic Res* 1980; 12:303—314.
4. BENNETT GE, BLANK LW, ROBERTELLO FJ, PELLEN GB. Thermal effects of visible light and chemically cured resins. *Abst J Dent Res* 1984; 63:199.
5. WATTS DS, AMER O, COMBE EC. Characteristics of visible light activated composite systems. *Br Dent J* 1984; 156:209—215.
6. MARSHALL J. Light damage in the practice of ophthalmology. U: Intraocular lens implantation, St Louis: Mosby 1984; 182—207.
7. MITIĆ N, MIHAJLOVIĆ P, DAČIĆ D, PETROVIĆ J. Uticaj polimerizacionog svetla iz Heliomata na oči terapeuta. *Acta Stom Naissi* 1987; 8:51—59.
8. COUNCIL ON DENTAL MATERIALS, INSTRUMENTS AND EQUIPMENT. The effects of blue light on the retina and the use of protective filtering glasses. *JADA* 1986; 112:533—534.
9. KULLMANN W. Emissionsspektren und Oberflächenhärtungsmuster von 35 verschiedenen Photopolymerisationsgeräten. *ZWR* 1987; 96:320—330.