

Temperaturne promjene unutar pulpne komore, na površini cakline i korijena molara, *in vitro*, izazvane CO₂ laserom: preliminarno ispitivanje

Ivica Anić
Adil Džubur*

Zavod za bolesti zuba,
Stomatološki fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
* Expert Measurement and
Analysis system »EMAS«
Zagreb

Temperature Changes Inside the Molar Pulp Chamber and on the Enamel and Root Surfaces Induced by the CO₂ Laser Beam, *in vitro*: Preliminary report

Sažetak

Ispitivan je učinak CO₂ laserske zrake snage 2 i 3W na promjenu temperature unutar pulpne komorice, na bukalnoj plohi krune i na srednjoj trećini mezijalnog korijena donjih molara.

Mjerenja su vršena infracrvenom termokamerom, a rezultati su obrađeni kompjutorskim programom. Istim postupkom praćen je i toplinski tijek u jedinici vremena preko površine molara i unutar vidljivog dijela pulpne komorice.

Maksimalna povećanja temperature unutar komorice zabilježena su 10 sekundi nakon prestanka rada lasera ($\bar{x} = 7,34^{\circ}\text{C}$ za 2W i $\bar{x} = 7,97^{\circ}$ za 3W).

Ključne riječi: CO₂ laser, temperaturne promjene, pulpna komorica, caklina, površina korijena

Acta Stomatol. Croat.
1992; 26: 279–284

PRETHODNO
PRIOPĆENJE

Primljeno: 20. prosinca 1991.

Uvod

Toplina nastala djelovanjem lasera unutar usne šupljine može i nehotice uzročiti degenerativne promjene i termalnu nekrozu zubne pulpe (1, 2). Uspješnost zahvata i odsutnost ili minimalni sporedni učinci za vrijeme i nakon djelovanja lasera ovise o primijenjenim parametrima.

Do danas, zbog brzog razvoja tehničkih karakteristika lasera, različitih svojstava lasera i raznolikosti uporabe, ne postoje jedinstveni kli-

nički parametri upotrebe lasera u stomatologiji. Shodno tome različita su i izvješća o temperaturnim promjenama unutar pulpne komore zuba nastale učinkom lasera na tvrda zubna tkiva.

Svrha ovog rada bila je izmjeriti temperaturne promjene i pratiti tijek topline unutar pulpne komorice, na bukalnoj površini krune i na površini mezijalnog korijena donjih molara nakon djelovanja lasera na dentinsko dno prepariranog kaviteta I. razreda.

Materijal i metode

Uzorci

Dvadeset zdravih donjih prvih i drugih molara ekstrahiranih zbog bolesti parodonta čuvano je kroz 5 dana u 10%-tnoj vodenoj otopini formalina na 37°C. Nakon toga su očišćeni mehanički i ultrazvučnim instrumentom pri temperaturi od 35°C. Dijamantnim fisurnim svrdlom i zračnom turbinom uz vodeno hlađenje načinjen je otvor promjera 3 mm na bukalnim površinama, iznad račvišta korjenova 2 mm od caklinsko-cementnog spojišta, sve do pulpne komorice. U fisurnom sustavu griznih ploha preparirani su kaviteti I. razreda do dubine od 2 mm. Do upotrebe, zubi su čuvani u deioniziranoj destiliranoj vodi na 37°C.

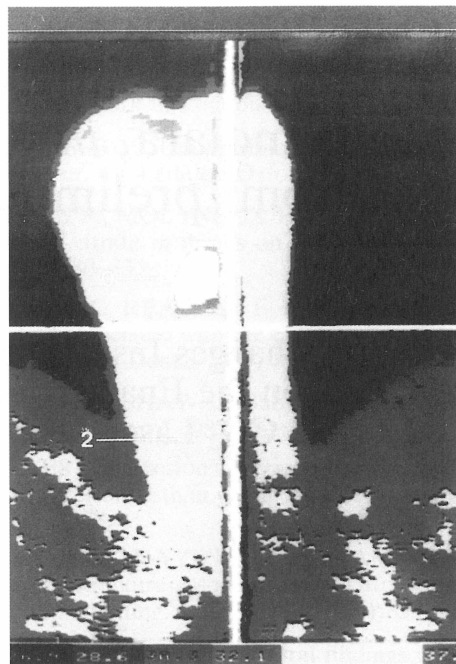
Laser

U radu je korišten ugljik dioksid laser (Sharplan 1060, Tel Aviv), u infracrvenom dijelu elektromagnetskog spektra valne duljine 10,6 μm, izlazne snage 70 W. Laserska zraka navođena je pomoću helij-neon laserskog pilota (2 mW), mikromanipulatora i kirurškog mikroskopa.

Mjerenje temperature

Temperaturne promjene i toplinski tijek snimani su infracrvenom termokamerom (Topscan 808, Iskra Elektrooptika, Ljubljana) na WHS sistem i analizirani kasnije. Termalni zaslon sastoji se od 208 horizontalnih i 144 okomite mjerne točke. Svaka točka skanirana je 10 puta u sekundi. Točnost mjerenja iznosila je 0,15°C. Analiza dobivenih rezultata u realnom vremenu izvršena je kompjutorskim programom TIPS 808 razvijenim u »EMAS« laboratoriju (Zagreb).

Prije obasjavanja zubi su smješteni u držače od stiropora da se izbjegne gubitak topline u dodiru s podlogom. Početno mjerenje izvršeno je na tri točke prije obasjavanja. Točka 0 bila je najtoplije mjesto u unutrašnjosti pulpne komorice, točka 1 izabrana je na bukalnoj površini cakline na pola puta između grizne plohe i gornjeg ruba pripremljenog otvora, a mjerna točka 2 bila je na površini srednje trećine mezijalnog korijena (slika 1).



Slika 1. Tijek topline po površini molara i vidljivom dijelu pulpne komore nakon laserskog pulsa i položaj mjernih točaka

Figure 1. Spatial temperature distribution along molar surface and visible pulp entrance with marked measurement points

Parametri rada

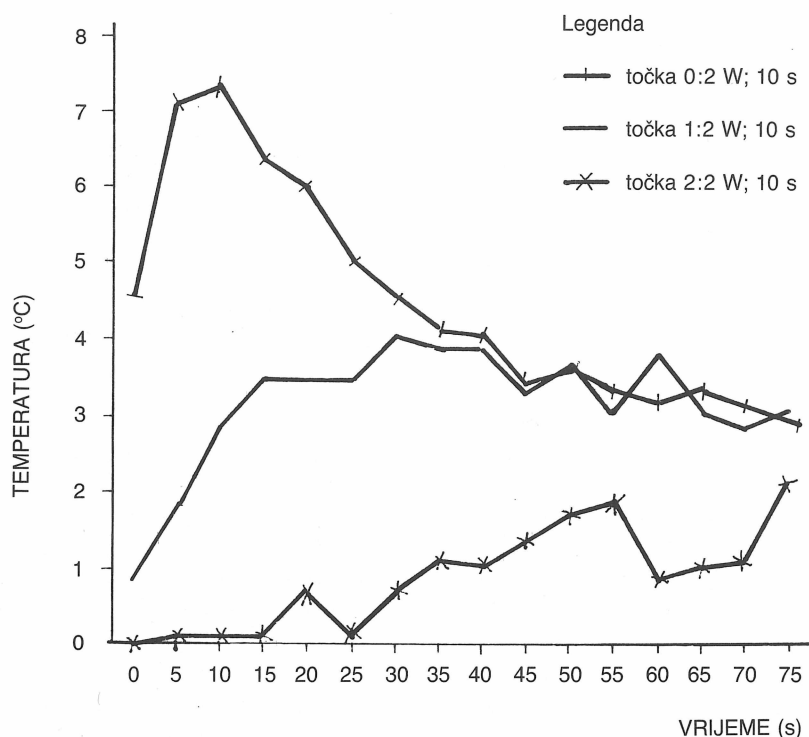
Dna kaviteta prve grupe od 10 uzoraka obasjavana su laserskom kontinuiranom zrakom snage 2W kroz 10 sekundi i spotom od 1mm. Druga grupa od 10 uzoraka obasjavana je snagom od 3W kroz 5 sekundi i spotom od 1 mm.

Rezultati

Snaga lasera od 2W kroz 10 sekundi za vrijeme obasjavanja podiže temperaturu unutar pulpne komorice za $\bar{x} = 4,54^\circ\text{C}$. Porast temperature na bukalnim površinama je neznatan ($\bar{x} = 0,84^\circ\text{C}$), a ne mijenja se na površini srednje trećine mezijalnog korijena. Maksimalni porast temperature od $\bar{x} = 7,34^\circ\text{C}$ unutar pulpne komorice bilježimo 10 sekundi nakon prestanka rada lasera. Nakon 75 sekundi za $\bar{x} = 2,98^\circ\text{C}$ temperatura je viša od početne. Porast temperature na bukalnim površinama manji je i sporiji pa maksimalnu vrijednost od $\bar{x} = 4,03^\circ\text{C}$ bilježimo nakon 30 sekundi. Nakon 75 sekundi temperatura je viša nego unutar pulpne komo-

rice ($\bar{x} = 3,08^{\circ}\text{C}$). Prvih 45 sekundi nakon prestanka rada lasera porast temperature na površini srednje trećine mezijalnog korijena je neznatan ($\bar{x} \leq 1,02^{\circ}\text{C}$), a maksimalna vrijednost izmjerena je nakon 75 sekundi ($\bar{x} = 2,11^{\circ}\text{C}$), (slika 2).

znatno mijenjala i nakon 75 sekundi bila je za $\bar{x} = 2,25^{\circ}\text{C}$ viša od početne. Temperatura na vanjskoj stijenci mezijalnog korijena samo je u 50-joj sekundi bila viša za $\bar{x} = 1,18^{\circ}\text{C}$, a ostalo vrijeme bila je za $L \leq 0,67^{\circ}\text{C}$ viša od početne (slika 3).



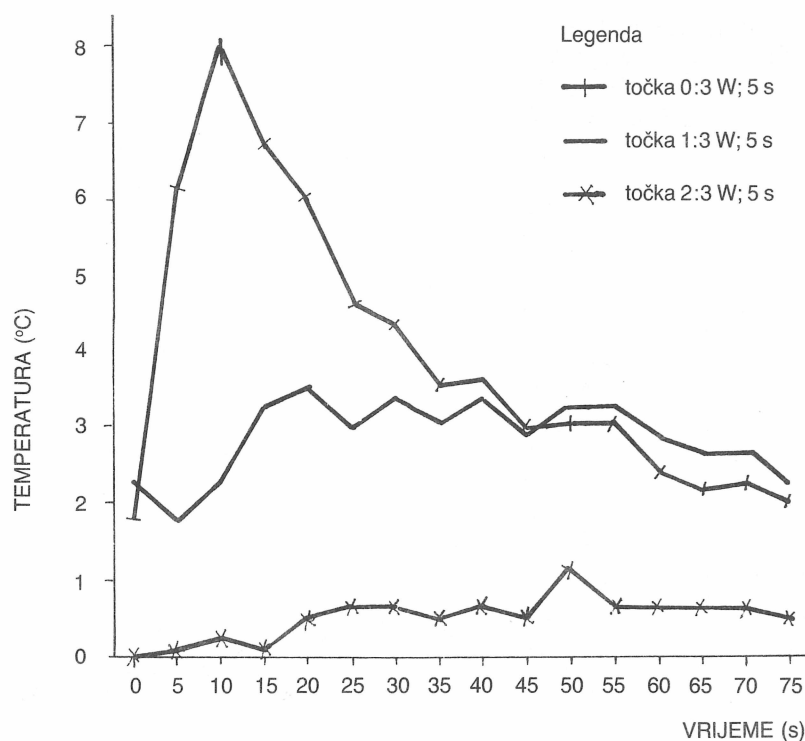
Slika 2. Temperaturne promjene nakon obasjavanja dna kaviteta I. razreda CO₂ laserom (2 W; 10 s; spot 1 mm)

Figure 2. Temperature changes after CO₂ laser irradiation of the bottom of the cavity Class I preparation (2 W; 10 s; spot 1 mm)

Laserska zraka snage 3W kroz 5 sekundi (spot 1 mm) izaziva porast temperature unutar pulpne komorice za $\bar{x} = 1,79^{\circ}\text{C}$ u odnosu na početnu vrijednost. Nešto veće povećanje bilježimo na bukalnoj stijenci ($\bar{x} = 2,25^{\circ}\text{C}$) dok na površini srednje trećine mezijalnog korijena nije bilo promjene temperature. Maksimalno povećanje temperature unutar pulpne komorice od $\bar{x} = 7,97^{\circ}\text{C}$ u odnosu na početnu vrijednost zabilježeno je 10 sekundi nakon prestanka rada lasera. Nakon 75 sekundi temperatura je bila viša za $\bar{x} = 2,02^{\circ}\text{C}$ od početne. Na bukalnoj stijenci maksimalno povećanje od $\bar{x} = 3,51^{\circ}\text{C}$ zabilježeno je nakon 20 sekundi. Temperatura se ne-

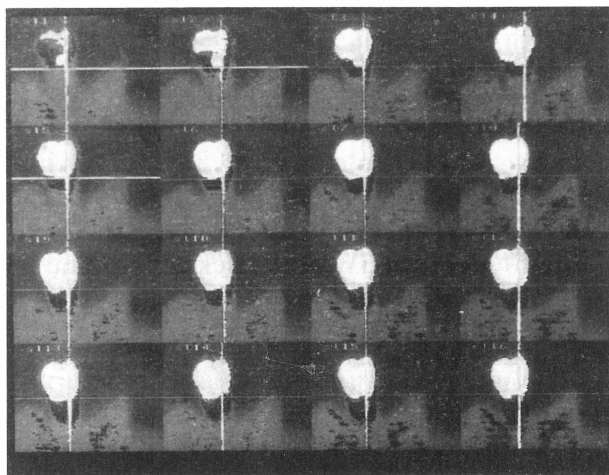
Slike 4 i 5 pokazuju prostornu raspodjelu i tijek topline nastale djelovanjem lasera snage 2W kroz 10 sekundi i 3W kroz 5 sekundi na dno kaviteta I. razreda. Promjene su registrirane svakih 5 sekundi.

Statistička analiza (t-raspodjela) pokazuje da se temperaturne promjene između točaka 0 i 1; 0 i 2; 1 i 2 međusobno statistički vjerodostojno razlikuju ($p < 0,01$) i kod upotrebe laserske zrake snage od 2W i kod 3W. Usporedba točaka 0 i 0; 1 i 1; 2 i 2 kod uzoraka obasjanih s 2W i uzoraka obasjanih s 3W ne pokazuje statistički vjerodostojnu razliku ($p > 0,01$). To znači da zubna tkiva podjednako zagrijava snaga od 2W kroz 10 sekundi kao i snaga od 3W ali kroz 5 sekundi.



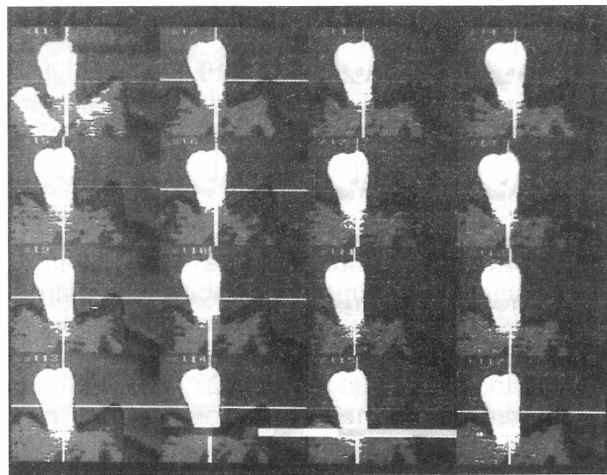
Slika 3. Temperaturne promjene nakon obasjavanja dna kaviteta I. razreda CO₂ laserom (3 W; 5 s; spot 1 mm)

Figure 3. Temperature changes after CO₂ laser irradiation of the bottom of the cavity Class I preparation (3 W; 5 s; spot 1 mm)



Slika 4. Tijek topline u jedinici vremena po površini molara i vidljivom dijelu pulpne komore nakon laserskog pulsa (2 W; 10 s; spot 1 mm)

Figure 4. Time change of the spatial temperature distribution along molar surface and visible pulp entrance after laser action (2 W; 10 s; spot 1 mm)



Slika 5. Tijek topline u jedinici vremena po površini molara i vidljivom dijelu pulpne komore nakon laserskog pulsa (3 W; 5 s; spot 1 mm)

Figure 5. Time change of the spatial temperature distribution along molar teeth after laser action (3 W; 5 s; spot 1 mm)

Rasprava

Prema Zach i Cohen (3) porast temperature unutar pulpne komorice za 5,6°C izaziva početnu reakciju pulpe, a kod 8,3°C nastaju ireverzibilna oštećenja zubne pulpe. Porast temperature unutar komorice u direktnom je odnosu sa snagom lasera.

Dosadašnja mjerenja vršena su termoparovima ili termosondama (4, 5). Pri tome se javlja problem gubitka topline na mjestu kontakta i točnost položaja temperaturne sonde. Rentgenska potvrda smještaja sonde nije pouzdana jer prikazuje dvodimenzionalnu sliku. Osim toga, dobiveni rezultati pokazuju da je najvažnije mjerilo upravo ispravan položaj mjerne sonde na najtoplijem mjestu jer i minimalni pomak znatno povećava grešku očitavanja.

Izmjerene temperature slične su temperaturama koje su dobili Lenz i sur. (6), ali su se oni koristili Nd-YAG laserom i znatno višom energijom (do 120 J/cm²).

Naši rezultati pokazuju više temperature od rezultata ostalih autora iako smo se koristili istom (15 i 20 J/cm², J = W x sec), (5) ili nižom energijom, za razliku od 100 J/cm² (ali s pet puta većim spotom) kojom su se koristili Lenz i Freiburg (4). Razlika je i u tome što smo mi obasjavali dentin na dnu kaviteta CO₂ laserom, a Lenz i Freiburg (4) caklinu na okluzalnoj plohi Nd-YAG laserom. To potvrđuje i činjenicu da se zraka CO₂ lasera bolje apsorbira u tvrdom zubnom tkivu od Nd-YAG lasera (bez upotrebe apsorpcijske boje). Miserendino i sur. (5) smatraju da je snaga CO₂ lasera od 2W kroz 0,5

sekundi granica iznad koje se povećava opasnost oštećenja pulpe, a navode i zakašnjenje od 10 do 20 sekundi između završetka rada lasera i pojave mjerljivih promjena temperature unutar pulpne komorice. Prema autorima (5) maksimalno povećanje temperature očekuje se nakon 60 sekundi kod snage od 2–6 W odnosno nakon 30–60 sekundi kod snage od 4–8 W. Naši rezultati dobiveni termokamerom suprotni su i pokazuju maksimalnu promjenu temperature unutar prvih 10 sekundi, a nakon 75 sekundi temperatura je približna onoj nakon prestanka rada lasera.

Čini se da pri upotrebi niskih energija na veću promjenu temperature utječe dužina ekspozicije, a kod viših energija sama količina energije primljena u jedinici vremena. Niža energija i duže vrijeme ekspozicije omogućuju i veći gubitak topline u okolinu (7).

Zaključak

Mjerenje promjena temperature, uzročenih laserom, kontaktnim mjernim instrumentima je nepouzdana. Točniji rezultati postižu se upotrebom infracrvene termokamere.

Za vrijeme obrade dentina snaga CO₂ lasera ne bi trebala prelaziti vrijednost od 2 W (kod spota od 1 mm) u trajanju od 1 sekunde.

Sve dosadašnje rezultate promjena temperature unutar pulpne komorice, izazvanih laserom, ne možemo smatrati konačnim, te su potrebna dodatna ispitivanja *in vivo*.

TEMPERATURE CHANGES INSIDE THE MOLAR PULP CHAMBER AND ON THE ENAMEL AND ROOT SURFACES INDUCED BY THE CO₂ LASER BEAM, IN VITRO: Preliminary report

Adresa za korespondenciju:
Address for correspondence:

Summary

The thermal effects of continuous wave CO₂ laser irradiation on human molars, in vitro, were investigated. Internal and external temperature changes and temperature distribution over external crown and root surfaces were monitored by thermovision camera and the data were analyzed by computerized thermal image processing system. Laser irradiation of the cavity bottom Class I preparation by 2 and 3 W results due to the first 10 seconds after laser action were stopped in an maximal elevation of intrapulpal temperature of 7.34°C and 7.97°C respectively.

Key words: CO₂ laser, temperature changes, pulp chamber, enamel, root surface

Dr. Ivica Anić
Zavod za bolesti zubi
Stomatološki fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Gundulićeva 5, Zagreb,
Hrvatska

Literatura

- PICK R M, PECARO B C. The use of the CO₂ laser in soft tissue dental surgery. *Lasers Surg Med* 1987; 7:202-13.
- FISHER S E, FRAME J W. The effects of CO₂ laser on oral tissues. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1984; 22:414-25.
- ZACH L, COHEN G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg* 1965; 19:515-30.
- VON LENZ P, GILDE H. Temperaturverlauf im Pulpakavum bei Schmelzversiegelung mit Laserstrahlen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1978; 33:623-28.
- MISERENDINO L J, NEIBURGER E J, WALIA H, LUEBKE N, BRANTLEY W. Thermal effects of continuous wave CO₂ laser exposure on human teeth: An in vitro study. *J Endodont* 1989; 15:302-5.
- VON LENZ P, GILDE H, PYTTEL U J. Reaktionen der Zahngewebe auf Laserbestrahlung. *Dtsch Zahnärztl Z* 1976; 31:884-6.
- BOEHM R, BAECHLER T, WEBSTER J, JANKE S. Laser processes in preventive dentistry. *Opt Engin* 1977; 16:493-6.