

Zavod za dječju i preventivnu stomatologiju
Stomatološkog fakulteta, Zagreb
predstojnik Zavoda doc. dr E. Jelinek

Zavod za anatomiju »Drago Perović«
Medicinskog fakulteta, Zagreb
predstojnik Zavoda prof. dr J. Krmpotić-Nemanić

Katedra za kirurgiju
Medicinskog fakulteta, Zagreb
predstojnik prof. dr V. Petrokov

Mogućnosti primjene ND-YAG laserskog noža u stomatologiji

Z. RAJIĆ, V. NIKOLIĆ i J. HANČEVIĆ

Tijekom petnaest godina, od kada je Meimann¹, 1960. godine, sagradio prvi optički kvantni generator-laser sa sintetskim rubinom, ti su uređaji toliko usavršeni, da su našli široku primjenu u gotovo svim domenama ljudske djelatnosti.

Termin »laser« nastao je iz početnih slova engleskog naziva »Light Amplifications of Stimulated Emission of Radiation« (G a m a l e j a²).

Djelovanje lasera kao što samo ime kaže, zasniva se na stimuliranoj (induciranoj) emisiji elektromagnetskog zračenja.

Laserski uređaji omogućuju koncentraciju ogromne količine energije na vrlo uskom području pa tako mogu poslužiti u biologiji, medicini ili stomatologiji, za ciljanu i vrlo precizno reguliranu destrukciju tkiva. Laseri koji emitiraju infracrvene zrake (CO₂ i ND-YAG) sve se više primjenjuju u medicini za razaranje tumora, ili u obliku laserskog noža, za beskrvne zahvate jako vaskulariziranih organa i za cijeli niz vrlo delikatnih operacija, napose u teško pristupačnom području, kao npr. za kauterizaciju i hemostazu krvarenja iz gastrointestinalnog i urogenitalnog trakta, kroz gastroskop ili citoskop.

Po tipu njihove aktivne tvari, lasere možemo podijeliti na tri osnovne skupine:

1. laseri na tvrdom tijelu,
2. plinski i tekući laseri,
3. laseri s poluvodičem.

Po karakteru isijavanja (zračenja) dijele se na:

1. lasere kontinuiranog djelovanja,
2. impulsne lasere (G a m a l e j a²).

Registracija energije jedan je od važnih i dosta teških zadataka u primjeni lasera. Nedostatak standardiziranih metoda za precizno mjerenje u tkivima, a napose u zubu, apsorbirane količine laserskog zračenja, onemogućuje usporedbu rezultata autora.

Posebno je u nekim sferama medicinske primjene lasera neophodno potrebno izmjeriti energiju. U oftalmologiji (u liječenju ablacije retine), samo mali otklon izaziva teško oštećenje. Isto je tako u neurokirurgiji, ali i u dermatologiji i stomatologiji.

Osnovni princip, koji se najčešće primjenjuje u tehnici mjerenja laserskog zračenja (radijacije) sastoji se u otklanjanju izvjesnih djelovanja laserskog isijavanja pomoću staklene pločice, u aparatu za mjerenje. Registracija energije i zračenja lasera može biti izmjerena i pomoću termičkih, fotoelektričkih i mehaničkih metoda (Goldman³).

Racionalna tehnika, bezopasnost i mjere predostrožnosti za zaštitu persona kao i bolesnika od štetnog isijavanja moraju se osnivati na pravilno izmjerenoj energiji zračenja (isijavanja).

Za provođenje biomedicinskih ispitivanja laserom, u pravilu treba imati i specijalnu više ili manje složenu aparaturu, ili dodatnu opremu. Navodimo najčešću primjenu lasera u stomatologiji:

1. Kao sistem laser—mikroskop (Townes⁴, Fajni i Klajn⁵).

2. U laserskoj spektralnoj mikroanalizi; pomoću te metode vršene su analize sastava cakline te normalnog i karioznog dentina; nađene su kvalitativne i kvantitativne razlike između kariozne i nekariozne cakline i dentina (Stern i Sognnaes⁶, Goldman i sur.⁷).

3. Laserski fotokoagulator se u stomatologiji primjenjuje za kauterizaciju gingive, a u kirurgiji glave i vrata za rezanje svih vrsti tkiva kao laserski nož (Stern i sur.⁸).

4. Kao laserska »bušilica« — budući da je caklina zuba najtvrdća tvar u čovjekovu organizmu te posjeduje visoku otpornost prema laserskim zrakama, potrebna je znatno veća energija; pri upotrebi energije svjetla rubinog lasera od 500—2000 wata, nastaje isparivanje cakline i stvaraju se udubljenja slična krateru. U dentinu su krateri veći nego u caklini, što je vezano s većom koncentracijom organske tvari u dentinu (oko 30%), u odnosu na caklinu, gdje ta koncentracija ne prelazi 2% organske tvari (Kinnersly i sur.⁹, Tarcis¹⁰).

5. Za kauterizaciju zubne pulpe; pokusi su vršeni na neinficiranoj vitalnoj pulpi, neposredno nakon ekstrakcije zuba (Rounds i sur.¹¹).

Tkivo zubne pulpe, na histološkom preparatu, bilo je upaljeno i kauterizirano na mjestu obasjavanja, okolno tkivo je bilo zdravo. Postoji mogućnost da laser svede na minimum indikacije za ekstrakciju zubi i terapiju radikularne pulpe, u specijalnim stanjima eksponirane zubne pulpe.

6. Lasersko zavarivanje (lemljenje) metalnih proteza i mostova (Gordon i Smith¹²), premda je još u fazi ispitivanja, pokazuje veliku mogućnost primjene. Veze nisu samo površinske, kao pri lemljenju, već su jače i čvršće od veza metalnim spojevima. Osim toga, slomljeni most se može zavariti direktno u ustima, što mnogo pojednostavljuje restaurativnu stomatologiju.

7. Za inhibiciju zubnog karijesa.

a) inhibicija karioznih fisura i lezija bila je postignuta fuzijom keramičkog materijala s caklinom (Stern i sur.¹³);

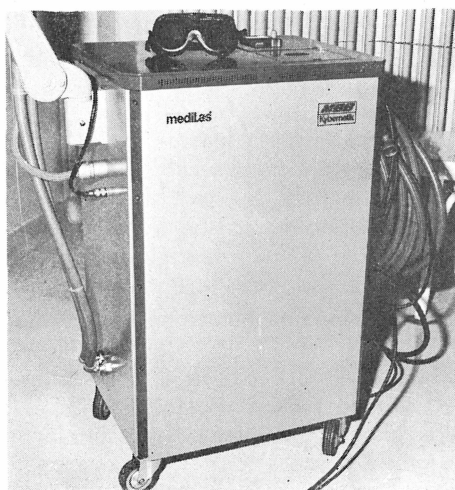
b) zlatnom niti ispunjene fisure i udubine, nakon obasjavanja laserom dovode do inhibicije karijesa i zatvaranja pukotina rastopljenom zlatnom niti (Stern i sur.¹³);

c) pokusi na zubima, na kojima je vršena demineralizacija solucijom hidroksietilceluloze i 0,1% acidi laktici puferirane na pH 4,5 s natrijevim hidroksidom, kao prikladnim modelom za karioznu leziju pokazali su da dentalni karijes karakterizira demineralizacija cakline zuba; kasnija mikroradiografska ispitivanja dijelova istog zuba, od kojih su jedni bili obasjavani laserskom zrakom, pokazala su da nije bilo karijesa na zračevoj caklini, za razliku od nezračene cakline, gdje se pojavila demineralizacija (Stern i sur.¹³).

Scanning elektronska mikroskopija površine krune zuba pokazala je ultrastrukturu površine cakline, koja je bila promijenjena tako da je došlo do promjene strukture kristala pa je caklina postala nepropusna za kariogene nokse (Vahl i Pfefferkorn¹⁴).

8. Nakon osvjetljivanja zuba laserskim svjetlom manje energije, nađene su makroskopske promjene u caklini, koje nisu bile vidljive prostim okom pa se ta metoda može upotrijebiti u ranoj detekciji karijesa (Kinersly i sur.¹⁵).

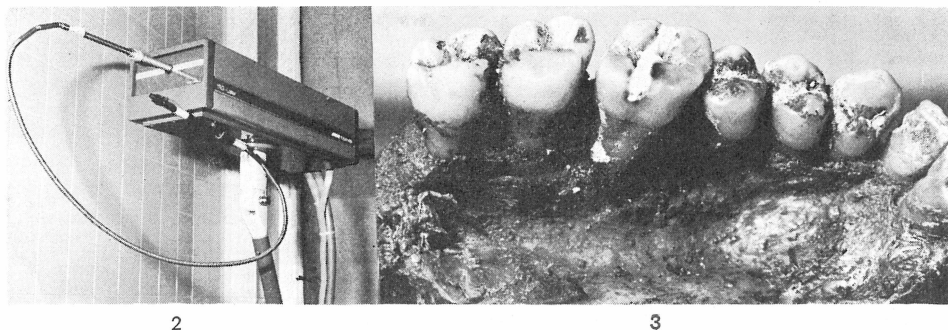
9. Laser se još može upotrijebiti kao izvor koherentnog svjetla u biomehaničkoj i biotehničkoj analizi zubi i čeljusti kao i protetskih nadoknada, primjenom metode holografske interferometrije (Pichler i sur.¹⁶, Abramson¹⁷, Vedwandal i Bjelkhagen¹⁸).



Sl. 1. Pokretni generator za izvor električne struje.

U svom pokusu željeli smo istražiti mogućnost primjene laserskog noža nove konstrukcije u stomatološkoj praksi te ustanoviti njegove prednosti i nedostatke. Pokusi su vršeni s ND-YAG (neodimski yitrium-aluminijum-granat) laserom. Taj uređaj emitira koherentne infracrvene zrake u području spektra od

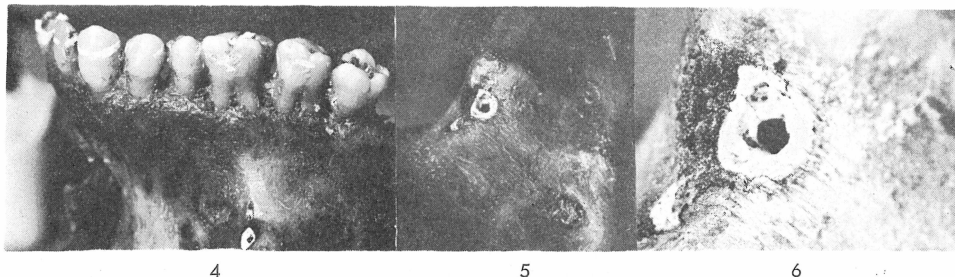
10 000 A. Uređaj je izradila tvrtka Medilas (Sl. 1). Izlazna snaga lasera je 100 W. Zrake se provode kroz savitljive optičke niti do izlaza (sl. 2). Nakon prolaza kroz optičku nit, energija zračenja iznosi još uvijek 50W, što je dovoljno za sve predviđene pokuse i kirurške zahvate.



Sl. 2. Laser sa savitljivom optičkom niti. — Sl. 3. Prvi gornji molar ozračen laserovom zrakom; u fisuri je ostao otopljeni dentin i caklina.

Na prvom trajnom molaru gornje čeljusti anatomskog preparata izvršili smo u buko-palatinalnom smjeru otapanje dijela intaktne cakline, s tim da je nismo do kraja spalili, nego smo ostavili istopljeni dio u nastaloj fisuri, da bismo kasnije mogli na histološkom preparatu usporediti promjene u strukturi cakline ozračenog i neozračenog dijela (sl. 3).

Na centralnom sjekutiću, koji smo mnogo duže eksponirali, vide se krateri s karboniziranim rubovima cakline, koji su kredaste boje i sa znatno jačim promjenama u dentinu, što je nastalo uslijed izgaranja organske tvari, koja je ovdje u većoj koncentraciji.



Sl. 4. Anatomski preparat na kojem je ozračen prvi molar i dio alveolne kosti. — Sl. 5. Osvijetljeni dio alveolne kosti. — Sl. 6. Povećanje osvjetljenog dijela alveolne kosti; vidi se karbonizirani dio kosti, a rubovi imaju staklasti izgled.

Na dijelu alveolne kosti (sl. 4, 5, 6) došlo je vrlo brzo do njenog izgaranja; rubovi kosti su izgorjeni i staklasti. Nastalo je karboniziranje kosti i koštanog tkiva.

Ovim našim prvim pokusima željeli smo ustanoviti prikladnost novog laserskog uređaja s fleksibilnim vodičem laserskih zraka, jer dosadašnji laseri su zbog svoje ograničene mobilnosti imali malu mogućnost praktičke primjene.

Pri velikom broju dosadašnjih ispitivanja upotrebljavao se rubinski laser, međutim, u stomatologiji on nije pogodan, jer se u caklini 80% energije reflektira, a samo 20% apsorbira.

Pri upotrebi ND-YAG lasera za isti je efekt dovoljno upotrijebiti gustoću energije koja je 10—12 puta manja nego pri upotrebi rubinskog lasera.

Budući da se jedan dio laserskih zraka reflektira, neophodno je potrebno prekriti koferdamom sva zubna tkiva, osim cakline određenog zuba.

Budući da medicinska i biološka podloga zuba zahtijeva izvjesna ograničenja u primjeni laserske energije na željenom mjestu, jer se ona oslobađa i reflektira na okolinu, smatramo da je primjena lasera u inhibiciji zubnog karijesa zasad najprihvatljivija, jer potrebna energija nije velika, a sa sigurnošću se smanjuje nastanak karijesa. Osim toga, takva se terapija provodi bez ikakve boli i ne izaziva nikakve vidljive promjene na zubima.

S obzirom na kompleksnost sastava zuba, smatramo da bi za primjenu u stomatologiji najbolje odgovarao pulsni laser, u infracrvenom dijelu spektra, jer se tada upotrebljava mnogo manja energija (to su neodimski i CO₂ laseri), uz savitljivi vodič laserskog svjetla, koji omogućava vrlo jednostavno manipuliranje, praktički kao sa svakom stomatološkom bušilicom (čime se smanjuje veliki nedostatak dosadašnjih laserskih uređaja).

Laser neosporno pruža nove mogućnosti istraživanja u stomatologiji, posebno tamo gdje je bila indicirana primjena neodimskog lasera, pri zahvatima na hemangiomima, u području glave i vrata.

Uvjereni smo da će u skoroj budućnosti doći do mnogo šire primjene laserske tehnike u praktičkoj stomatologiji. Vjerujemo da će u skoroj budućnosti biti izrađena i tzv. »svjetlosna bušilica« za zube, jer je, zahvaljujući savitljivom vodiču laserskog svjetla riješen i najveći problem lakog manipuliranja i dovođenja u usnu šupljinu laserskog snopa svjetla.

S a ž e t a k

Tijekom petnaest godina, od kad je Meiman 1960. godine sagradio prvi kvantni generator-laser, ti su uređaji toliko usavršeni da su našli široku primjenu u gotovo svim domenama ljudske djelatnosti. Laseri se sve više primjenjuju u medicini, za razaranje tumora ili u obliku laserskog noža, za beskrvne zahvate jako vaskulariziranih organa i za cijeli niz vrlo delikatnih operacija.

Postoji više pokušaja da se laser uvede i u stomatološku praksu. Za sada je ipak primjena lasera u stomatologiji još uvijek u povojima, a u svjetskoj literaturi o tomu postoji tek nekoliko rasprava.

Autori su željeli da istraže mogućnosti primjene laserskog noža nove konstrukcije u stomatološkoj praksi, da ustanove njegove prednosti i nedostatke i da odrede indikacije za upotrebu takvog uređaja. Pokuši su vršeni na anatomskim preparatima zubala i čeljusti s ND-YAG (Neodimski Yttrium-Aluminium Granat) laserom. Taj uređaj emitira koherentne infracrvene zrake u području spektra od 10 000 Å. Uređaj je izradila tvrtka Medilas. Izlazna energija lasera je 100 W. Zrake se provode kroz savitljive optičke niti do izlaza. Nakon prolaska kroz savitljivu optičku nit, energija zračenja iznosi 50 W, što je dovoljno za sve predviđene zahvate. Tim laserskim nožem autorima je uspjelo da vrlo precizno izvrše lokalizirana otapanja cakline te rezanje dijela zuba i alveolne kosti. Zahvaljujući savitljivoj optičkoj niti, manipulacija ovim laserskim nožem je vrlo lagana i praktična. Prva iskustva s ovim tipom laserskog noža vrlo ohrabruju.

Summary

THE POSSIBILITY OF APPLYING ND-YAG LASER KNIFE IN DENTISTRY

During the last fifteen years, since 1960 when Meiman has built his first optical maser, quantum generator—laser, that class of amplifiers and oscillators has been so thoroughly perfected, that we find their application in all fields of human activity. Lasers are more and more used in medicine for destruction of tumors, or in a form of laser's knife, that does hold for bloodless interventions on very vascularised organs, and for a series of very delicate operations.

There was a number of attempts to introduce a laser in a field of stomatological practice. But for the moment, the application of laser in stomatology is still in its infant days. So in world literature we find very few references to that practice.

The authors wanted to get acquainted with the possibilities of the application of laser's knife of a new construction in practice of stomatology; further more, they tried to find out its advantages and disadvantages, and to determine the indications for a use of such a device. The test have been carried on the anatomical preparations of denture and jaw-bone, with a ND-YAG (Neodimic Yttrium-Aluminium Grain) laser. That device emits beams of coherent infra-red light in specter's area of 10.000 Å. A laser was produced by Medilas firm. Laser's outgoing energy is 100 W. The beams are conducted through flexible optical filament to the exit. After a passage through flexible optical thread, the energy of radiation is 50 W, or quite enough for all planned interventions. The authors, using laser's knife have succeeded very precisely in provoking of a localised dissolving of enamel, and cutting of a tooth's part and alveolar bone. A manipulation with this type of laser's knife is very easy and practical owing to flexible optical thread. The very first experiments with this type of laser's knife are very encouraging.

Zusammenfassung

DIE MÖGLICHKEITEN DER ANWENDUNG DES ND-YAG LASERMESSERS IN DER STOMATOLOGIE

Die letzten 15 Jahre, seit Meiman 1960 den ersten Quant-Generator-Laser gebaut hat, wurden diese Apparate sehr vervollkommenet und haben ein breites Anwendungsgebiet gefunden. Laserstrahlen werden oft in der Medizin zur Zerstörung von Tumoren oder als Lasermesser für blutlose Eingriffe an stark vaskularisierten Organen und für viele delikate Operationen, verwendet. Versuche mit Laserstrahlen in der Stomatologie befinden sich noch im Anfangsstadium, in der Literatur sind darüber nur wenige Veröffentlichungen bekannt.

Die Autoren haben die Möglichkeit der Anwendung eines Lasermessers neuer Konstruktion in der Stomatologie geprüft, um seine Vor-, Nachteile und Indikationen zu bestimmen. Die Versuche wurden an anatomischen Präparaten von Gebissen und Kieferknochen mit ND-YAG (Neodynamischer Yttrium-Aluminium Granat) Laser, unternommen. Die Einrichtung emittiert koherente infrarote Strahlen im Gebiet des Spektrums von 10.000 Å. Die Einrichtung wurde von der Firma Medilas hergestellt. Die Anfangsenergie des Lasers beträgt 100 W. Die Strahlen werden durch biegsame optische Fasern bis zum Ausgang geführt. Nach dem Durchgang durch biegsame optische Fasern beträgt die Strahlungsenergie 50 W, was für die vorgesehenen Eingriffe genügt. Mit diesem Lasermesser konnten die Autoren Zahnschmelz scharf lokalisiert verflüssigen und genaue Schnitte durch Zähne und Alveolarknochen ausführen. Die biegsame optische Faser erleichtert die Handhabung mit dem Lasermesser wesentlich. Die ersten Versuche sind sehr ermutigend.

LITERATURA

1. MEIMAN, T. H.: Nature., 9:366, 1960
2. GAMALEJA, N. F.: Laser v eksperimente i klinike, Medicina, Moskva, 1972
3. GOLDMAN, L.: Biomedical Aspects of the Laser, Springer, New York, 1967
4. TOWNES, C. H.: Biophys. J., 2:325, 1962
5. FAJN, S., KLAJN, E.: Biologičeskoe dejstvie izlučeniya lazera, Medicina, Moskva, 1968
6. STERN, R., SOGNAES, R.: J. Dent. Res., 43:873, 1964

7. GOLDMAN, H. M., RUBEN, M. P., SCHERMAN, D.: Oral Surg., Oral Med., Oral Path., 17:102, 1964
8. STERN, R. H., RENGEL, H. L., HOWELL, F. V.: J. Brit. Dent. Ass., 127:26, 1969
9. KINERSLY, T., JARABAK, J., PHATAK, N., DE MENT, J.: J. Am. Dent. Ass., 70:593, 1965
10. TARCIS, E.: U Zborniju Biologiškoe dejstvo laserov, Kiev, 1969
11. ROUNDS, D., OLSON, R., JOHNSON, F.: Z. Zellforsch., 87:193, 1968
12. GORDON, T. E., SMITH, D. L.: J. Pros. Dent., 24:472, 1970
13. STERN, R. H., EASTGATE, H., MAUTNER, W. J., MORGAN, C.: Optics and laser tehnologi, february, 22, 1975
14. VAHL, J., PFEFFERKORN, G.: Dtsch. Zahnärztl. Z., 22:386, 1967
15. KINERSLY, T., JARABAK, J., PHATAK, N., DE MENT, J.: Med. Biol. J., 17:5, 1967
16. PICHLER, G., VUKIČEVIĆ, D., RAJIĆ, Z.: ASCRO, 7:68, 1972-73
17. ABRAMSON, N.: Appl. Opt., 8:1235, 1969
18. WEDWINDAL, P. R., BJELKHAGEN, H. J.: Appl. Optics, 11:2481, 1974