

JAN TUNÉR, Tandläkare, Grängesberg

Terapilaser inom tandvården – historik och litteratur

◉ Laserteknik har fört med sig många nya möjligheter inom odontologin, både inom klinik och inom diagnostik.

De kirurgiska lasrarna används huvudsakligen av specialister och är fortfarande ovanliga bland allmäntandläkarna. En mindre känd kategori är terapilasrarna, även kallade lågeffektslasrar.

Behandling med terapilaser har länge varit kontroversiell. Senare års forskning har förbättrat den vetenskapliga grunden för de effekter som har framhållits. De exakta fotobiologiska mekanismerna är fortfarande till stor del okända men flera av de kliniska effekterna har dokumenterats i välgjorda studier.

Terapilaser har en generell inverkan på smärta, inflammation och ödem, något som tillhör odontologins vardag. Några indikationsområden av intresse är nervregeneration, osseointegration, HSV-1, mucosit och TMD.

Laserterapi kan vara en monoterapi men oftast kan det kliniska resultatet optimeras genom en kombination av konventionell behandling och laser.

ACCEPTERAD FÖR PUBLICERING DEN 21 AUGUSTI 2002.

Den första fungerande lasern demonstrerades i Los Angeles 1960. Lasern, som fått sitt namn av akronymen ”Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”, är en ljusförstärkare som om den återkopplas med hjälp av speglar i stället kan generera ljus, det vill säga bli en oscillator. Som en kuriositet kan nämnas att ett av de första förslagen till namn kom från akronymen ”Light Oscillation by Stimulated Emission of Radiation”, det vill säga *LOSER*. Lasern föregicks av *masern* som med samma funktionsprincip i stället för ljus förstärker mikrovågor.

En av de första medicinskt använda lasertyperna var *argonlasern* som tidigt användes för att koagulera kärl och blödningar i ögonbotten. En annan laser är *neodymlasern* (Nd:YAG) som används för behandling av efterstarr.

Koldioxidlasern blev snabbt populär hos kirurger genom sin förmåga att skära mycket precist och utan blödning. Denna laser började ganska snart att användas även av oralkirurger [1]. Försök att använda laser vid selektiv avverkning av hårdvävnad gjordes redan i början av 90-talet, dock med begränsad framgång. Denna teknik har utvecklats och numera kan olika typer av *erbium-lasrar* (Er:YAG eller ErCr:YSGG) användas för preparation av kaviteter och vid oralkirurgiska ingrepp [2]. En fördel med erbiumlaser är att många ingrepp i hård- och mjukvävnad kan utföras utan anestesi. Neodymlaser har fördelar inom parodontalkirurgi [3]. Både erbium- och neodymlaser är effektiva för att döda patogener i rotkanaler [4]. Dentala lasrar har hittills främst varit ett intresse för specialister och entusiaster. Den mest avhållande faktorn har varit priset.

Lasertyper

Den första lasern använde ämnet rubin som lasrande medium och kallades därför rubinlaser. Nästa lasermedium framställdes genom en blandning av gaserna helium och neon. Analogt med rubinlasern kallade man den för helium-neonlaser (HeNe). Denna tradition komplicerade situationen när neodymlasern uppfanns. Dess fulla namn är neodymyttrium-aluminium-granat, förkortat Nd:YAG. Den första dentala terapilasern var en HeNe-laser på endast några få mW. Eftersom det lasrande mediet var en gas var denna laser stor och ganska ömtålig. Dessutom leddes ljuset genom en känslig fiberoptisk ledare vilket gjorde att uteffekten reducerades kraftigt. Situationen förbättrades när halvledarlasrar introducerades. Dessa kunde göras både mindre och kraftigare. Den i dag dominerande dentala terapilasertypen är gallium-aluminium-arsenid-laser (GaAlAs) med våglängder mellan 780–830 nm. Den kan göras både liten som en elektrisk tandborste och kraftig (>500 mW).

Terapilasar

De lasrar som nu beskrivits har uteffekter mellan 1–15 W och brukar kallas kirurgiska lasrar. En annan kategori av dentala lasrar har uteffekter mellan 5–500 mW och kallas därför ibland lågeffekt-lasrar. Ett mera adekvat begrepp är terapilasar, eftersom även högeffektade lasrar kan användas som terapilasar. Lasrar inom denna kategori har i allmänhet en våglängd mellan 600 och 1 100 nanometer (nm). För att lättare förstå vad detta innebär kan man jämföra med den konventionella hårdningslampan som har ett ungefärligt spektrum mellan 400–500 nm. Till skillnad från en sådan halogenlampa har en laser en specifik våglängd, till exempel 820 nm. Över 800 nm är ljuset osynligt för det mänskliga ögat. Till skillnad från andra ljuskällor är laserljuset *koherent* och *monokromatiskt* (av en bestämd våglängd). Koherens innebär något förenklat att ljuset uppvisar en hög grad av organisation. I alla studier där koherent och icke-koherent ljus har jämförts har det koherenta ljuset givit bäst effekt. Terapilasar har uppmärksamats för sina effekter på bland annat sår, smärta och nervskador. Mekanismen kallas ibland för *biostimulation* men eftersom terapilasar både kan stimulera och retardera biologiska processer har termen *fotobiomodulation* föreslagits.

Dosering

Att bli behandlad med terapilaser känns inte. En viss temperaturökning har observerats i målområdet men anses bero på ökad mikrocirkulation [5]. Den energi som avges till vävnaden mäts i Joule (J) och räknas fram enligt formeln $mW \times \text{sekunder} = \text{millijoule (mJ)}$. En terapilaser på 100 mW som använts i 10 sekunder har alltså avgivit en energi av $1000 \text{ mJ} = 1 \text{ J}$. Dosen är relaterad till storleken av den belysta ytan. Om ytan i ovanstående exempel teoretiskt sett är 1 cm^2 blir dosen 1 J/cm^2 . Om ytan blott är $0,25 \text{ cm}^2$ blir dosen $1/0,25 = 4 \text{ J/cm}^2$. Dosen får varieras med avseende på vävnadstyp, vävnadens tillstånd och avståndet från vävnadsytan till målet. Slemhinnor brukar kunna behandlas med $3\text{--}4 \text{ J/cm}^2$. En parestesi av *N. alveolaris* inferior brukar behandlas med $40\text{--}50 \text{ J/cm}^2$ beroende på ljusets reflexion, spridning och absorption innan det når nerven. Tender points i tuggmuskulatur kan behöva $50\text{--}100 \text{ J/cm}^2$. Muskler innehåller mycket blod och hemoglobin är en av de kraftigaste absorptionsfaktorerna vid laserterapi.

Historik

Terapilasar har länge varit kontroversiella. En förklaring kan därför vara på sin plats. De första kliniska studierna utfördes i Ungern mot slutet av 60-talet. Först ett drygt decennium senare publicerades ett sammandrag av de ungerska studierna

i en västlig tidskrift [6]. Forskningsgruppen vid Semmelweissjukhuset i Budapest hade använt rubinlaser och HeNe-laser, den senare med uteffekter mellan 5–25 mW. Indikationer var huvudsakligen svårläkta sår och doserna låg mellan 0,5–1,5 J/cm². I början av 80-talet marknadsfördes HeNe-lasrar med uteffekter mellan 0,5–5 mW i Västeuropa och i USA. Några positiva studier [7, 8] låg till grund för en intensiv marknadsföring. Kontrollstudier utfördes emellertid och de flesta utföll negativt. Dessvärre var många av kontrollstudierna baserade på de doser som använts i de nämnda positiva studierna och inte på de grannliga utforskade doser som Semmelweiss-gruppen hade rekommenderat. Dessa senare doser var dessutom rekommenderade för sår och inte för smärta eller nervpåverkan. Sådana indikationer kräver väsentligt högre doser än 1 J/cm². Dessutom var förståelsen för de principer som styr laserterapi ringa och åtskilliga av de negativa studierna kan kritiseras för låga doser, felaktig behandlingsteknik och bristande matematik [9]. Liknande brister kan spåras i meta-analyser [10, 11]. Under senare delen av 90-talet kom allt starkare laserdioder på marknaden och med dessa kunde man såväl förbättra behandlingsresultaten som förkorta behandlingstiden. Kontroversen under 80- och 90-talet hade dock satt sina spår och den nya och förbättrade dokumentationen har inte uppmärksammats i någon större omfattning.

Litteraturen

Det har publicerats över 2 500 studier om laserterapi. Mer än 100 positiva dubbelblinda studier [12] och 78 randomiserade kliniska studier [13] har utförts. Den odontologiska litteraturen är av mindre omfattning, cirka 350 studier [14]. Trots att kvaliteten på dessa inte alltid är den bästa är det intressant att notera att över 90 procent av studierna visar på positiva resultat. Studierna kommer från 96 institutioner i 39 länder, vilket tyder på ett internationellt intresse för laserterapi. Åtskilliga av laserstudierna har publicerats i nationella eller regionala tidskrifter och är därför inte åtkomliga via PubMed. Dessutom råder ingen konsensus om vad denna terapi ska kallas. För att hitta 27 av de drygt 100 positiva dubbelblinda studierna på PubMed fick författaren använda nio olika sökord (low level laser, low intensity level laser, soft laser, biostimulation, low power laser, low energy laser et cetera).

Indikationer

Ett 40-tal indikationer har beskrivits i litteraturen [14] av vilka ett 30-tal kan ha odontologiska applikationer. Laserterapi är i vissa lägen en monoterapi men ofta kan behandlingsresultatet optimeras

genom en kombination av konventionell behandling och laser. Några intressanta indikationer beskrivs här nedan.

Bettfysiologi

En stor grupp bland de personer som lider av tinnitus och/eller Ménière's syndrom har muskulära spänningar som orsakar symtomen [15]. Bettfysiologisk behandling kan i många fall framgångsrikt hjälpa dessa patienter. Laserbehandling av de spända musklerna i ansikte och nacke har visat sig vara ett värdefullt komplement. Svensk forskning pågår vid Tandläkarhögskolan i Huddinge (Ernberg/Tullberg) och vid YTS-enheten vid Ystads lasarett (Bjorne). Inom konventionell bettfysiologisk behandling kan laserterapi häva trismus. Den smärtstillande effekten på spända muskler ger en snabb avslappning, vilken i sin tur gör konventionell behandling lättare [13, 16, 17].

Herpes simplex

HSV-1 är vanlig i den odontologiska vardagen. Ofta kan utbrottet vara ett tillfälligt hinder för tandbehandling. Terapilaser har inte bara en snabbt insättande smärtstillande effekt. Om vesiklerna behandlas under de första dagarna, eller allra helst under prodromalstadiet, går angreppet snabbt i retur [18]. Om herpesutbrottet laserbehandlas var gång det kommer har det visat sig att skoven blir allt längre. Intressant nog kan patienter med reciderande attacker även framgångsrikt behandlas i den inaktiva perioden [19].

Kväljningar

För den akupunkturkunnige tandläkaren erbjuder terapilaser ett komplement till nålar. Även utan kunskaper inom akupunktur kan en tandläkare använda ett par väl definierade akupunkturpunkter för att reducera kväljningar [20].

Mucosit

Hos cancerpatienter som behandlas med strålningsterapi eller kemoterapi uppstår en inflammation i munnens och svalgets slemhinnor. Denna mucositis är mycket smärtsam och ibland får dosen reduceras för att patienten inte kan nutrieras tillfredsställande. Rött laserljus har visat sig kunna reducera mucositen såväl när den orsakas av strålningsterapi [21] som av kemoterapi [22]. Laserbehandlingen kan med fördel ges både profylaktiskt och under behandlingens gång.

Ortodonti

Det har visat sig att laserterapi kan lindra den initiala dragmärten [23], påskynda tandförflyttningen genom att selektivt påverka osteoblast- och osteo-

clastaktiviteten [24] samt förbättra utläkningen av sår orsakade av ortodontiapparater [25].

Parestesi

Parestesi uppstår ibland efter oralkirurgi, vanligast är parestesi av n. alveolaris inferior. När parestesin inte avklingar inom normal tid har laserterapi visat sig ha en positiv effekt [26] och kan med fördel ges under operationen i preventivt syfte [27].

Zoster

Även tandläkare kan få se zoster (bältros) inom sitt revir, namnet till trots. Zoster på n. trigeminus är plågsam men övergående. De akuta problemen kan med framgång behandlas, troligen bäst med röd laser [28]. Det största problemet med zoster är inte den smärtsamma akuta fasen. I en del fall, speciellt hos äldre individer, kan smärtan bestå även efter det att de objektiva fynden avklingat. Denna postherpetiska neuralgi kan behandlas med infraröd laser [29].

Ödem

Vid alla kirurgiska ingrepp uppstår ett ödem. Med terapilaser kan detta reduceras [30] genom att lymfkärlens permeabilitet minskar och volymen ökar. Vid upprepad behandling utvecklas även anastomoser.

Förutom ovanstående indikationer finns intressanta studier om osseointegration [31], bildande av sekundärdentin vid överkappning [32] och behandling av trigeminusneuralgi [33]. Smärta [34] är naturligtvis en väsentlig indikation för laserterapi eftersom tandläkarens vardag består av såväl lindrande som tillfogande av smärta. Intressanta studier visar att terapilaser även kan förbättra fluoreffekten vid lackning [35] och från fluorhaltiga resincement [36]. Terapilaser har även använts vid *photodynamisk terapi*. Här används olika färgämnen, till exempel toluidinblått. Färgämnen har i sig en bakteriedödande effekt men när laserljuset appliceras ökar den baktericida effekten dramatiskt. Lovande *in vitro*-försök har gjorts på bland annat *S. mutans* [37] och olika parodontala patogener [38].

Verkningsmekanismer

Verkningsmekanismerna bakom terapilaserns biologiska effekt är komplexa och i stor utsträckning okända. Några av de effekter som konstaterats är reduktion av PGE₂, frisättning av H₂O₂, singlet-syre och NO, förändringar av intracellulärt Ca²⁺, ökad cellväggspermeabilitet, ökad produktion av ATP och DNA, ökad fibroblast- och osteoblastproliferation, förbättrad mikrocirkulation och stimulering av vita blodkroppar. Just det faktum att laserterapi har en effekt på så många skilda

processer har rent av varit en grund för tvivlet på metodens trovärdighet. Upptäckten av humana fotokemiskt aktiva proteiner som encefalopsin i hjärnan och pinopsin i hypofysen har bidragit till nya förklaringsmodeller [39]. Rekommenderad informationskälla för den fotobiologiskt intresserade är Karu [40].

Kontraindikationer

Några absoluta kontraindikationer för laserterapi har inte övertygande kunnat påvisas. Relativa kontraindikationer är dock epilepsi (pulserande synligt ljus), fotosensibilitet, maligniteter och koagulationsrubbningar. En viss fara för ögonskador föreligger om kraftigt osynligt och kollimerat ljus används. Några ögonskador har inte rapporterats, men patienten bör använda skyddsglasögon vid extraoral behandling med terapilaser.

Internet

Några internetsidor med information om laserterapi:

Academy of Laser Dentistry:

www.laserdentistry.org

Svenska Laser-Medicinska Sällskapet

– LaserWorld: www.laser.nu

American Society for Laser Medicine and Surgery: www.aslms.org

English summary

Laser therapy in dentistry – history and literature

Jan Tunér

Tandläkartidningen 2003; 95 (2): 32–6

Laser technology has brought about many new possibilities in dentistry, in the clinic as well as in diagnostics. The surgical lasers have mainly been used by specialists and are still uncommon among general practitioners. A less known category is the therapeutic laser, also called low-level laser. Laser therapy has been controversial for many years. Research during recent years has, however, improved the scientific foundation for the effects that have been claimed for many years. The exact photobiological mechanisms are still largely unknown but several of the clinical effects have been documented in well-designed studies. Laser therapy has a general influence on pain, inflammation and oedema, which is part of every-day's dentistry. Some indications of interest are nerve regeneration, osseointegration, HSV-1, mucositis and TMD. Laser therapy can be a monotherapy but often enough the clinical outcome can be optimised through a combination of conventional and laser therapy.

Referenser:

9. Tunér J, Hode L. It's all in the parameters: a critical analysis of some well-known negative studies on low-level laser therapy. *J Clin Laser Med Surg* 1998; 16: 245–8.
13. Bjordal JM, Couppé C, Ljunggren A. Low level laser therapy for tendinopathies. Evidence of a dose-response pattern. *Physical Therapy Reviews* 2001; 6 [2]: 91–100.
15. Bjerne A, Berven A, Agerberg G. Cervical signs and symptoms in patients with Ménière's disease: a controlled study. *J Cranomandib Practice* 1998; 16 [3]: 194–202.
17. Bradley P, Groth E, Gursøy B et al. The maxillofacial region: recent research and clinical practice in low intensity level laser [LILT]. In: *Lasers in Medicine and Dentistry*. Simunovic Z, editor. Locarno: Laxxus, 2000.
18. Vélez-González M, Urrea-Arbaláez A, Serra-Baldrich E et al. Treatment of relapse in herpes simplex on labial and facial areas and of primary herpes simplex on genital areas and "area pudenda" with low power HeNe-laser or acyclovir administered orally. In: Karu T, Young AR, editors. "Effects of Low-Power Light on Biological Systems". *Proceedings of SPIE* 1995; 2630: 43–50.
19. Schindl A, Neuman R. Low-intensity laser therapy is an effective treatment for recurrent herpes simplex infection. Results from a randomized double-blind placebo controlled study. *J Invest Dermatol* 1999; 113 [2]: 221–3.
20. Schlager A, Offer T, Baldiserra I. Laser stimulation of acupuncture point P6 reduces postoperative vomiting in children undergoing strabismus surgery. *Br J Anesth* 1998; 81 [4]: 529–32.
21. Bensadoun RJ, Franqiun JC, Ciais C et al. Low energy He/Ne laser in the prevention of radiation-induced mucositis: A multicenter phase III randomized study in patients with head and neck cancer. *Support Care Cancer* 1999; 7 [4]: 244–52.
22. Cowen D, Tardieu C, Schubert M et al. Low energy helium neon laser in the prevention of oral mucositis in patients undergoing bone marrow transplant: results of a double blind randomized trial. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1997; 38 [4]: 697–707.
23. Shimizu N, Yamaguchi M, Goseki T et al. Inhibition of prostaglandin E2 and interleukin 1-beta production by low-power laser irradiation in stretched human periodontal ligament cells. *J Dent Res* 1995; 74 [7]: 1382–88.
24. Sudoh A. Effect of low power laser irradiation on experimental tooth movement. *J Dent Res* 74 [IADR Abstracts] 1995; p. 457. abstr. 453.
25. Rodrigues MTJ, Ribeiro MS, Groth EB. Evaluation of effects of laser therapy [$\lambda=830$ nm] on oral ulceration induced by fixed orthodontic appliances. *Lasers Surg Med Abstract Issue. Am Soc Laser Med Surg Abstracts* 2002; p. 12.
26. Khullar SM, Brodin P, Barkvoll P, Haanæs R. Preliminary study of low-level laser for treatment of long-standing sensory aberrations in the inferior alveolar nerve. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54 [1]: 2–8.
27. Miloro M, Repasky M. Low-level laser effect on neurosensory recovery after sagittal ramus osteotomy. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology and endodontics* 2000; 89 [1]: 12–8.
28. Otsuka H, Numasawa R, Okubo K et al. Effects of helium-neon laser therapy on herpes zoster pain. *Laser Therapy* 1995; 7 [1]: 27–32.
29. Moore K, Hira N, Kumar PS, et al. Double blind crossover trial of Low Level Laser Therapy in the treatment of post herpetic neuralgia. *Laser Therapy* 1988; Pilot Issue: 7–10.
30. Lievens PC. The effect of IR laser irradiation on the vasomotricity of the lymphatic system. *Lasers in Medical Science* 1991; 6: 189–91.
31. Blay A, Blay CC, Groth EB et al. Effects of visible and NIR low intensity lasers on implant osseointegration in vivo. *Lasers Surg Med Abstract Issue. Am Soc Laser Med Surg Abstracts* 2002; p. 12.
33. Eckerdal A, Lehmann Bastian H. Can low reactive-level laser therapy be used in the treatment of neurogenic facial pain? A double-blind, placebo controlled investigation of patients with trigeminal neuralgia. *Laser Therapy* 1996; 8 [4]: 247–52.
40. Karu T. *The science of low-power laser therapy*. Gordon and Breach Science Publishers. Amsterdam. 1998.

Adress:

Jan Tunér, Spjutvägen 11, 772 32 Grängesberg
E-post: jan@tuner.nu