
Laser i parodontalbehandling

KAJ STOLTZE

Laserudstyr beregnet til indgreb i mundhulen synes at få en voksende udbredelse på tandklinikkerne. Der er en umiddelbar tilskyndelse i ønsket om at følge med udviklingen til at købe et sådant udstyr. Tandlæger har en næsten medfødt begejstring for nyt teknisk apparatur, hvormed det kan demonstreres over for patienterne, at de er på en moderne klinik, der bruger de nyeste behandlingsprincipper. Endelig kan man ikke se bort fra, at også patienterne ud fra den viden, de får fra medierne, har en forventning om, at klinikken kan tilbyde netop den behandling, de har hørt om i radioen, set på tv, læst om i avisen eller et kulørt ugeblad. Inden for de sidste par år er det desuden, i det mindste i Danmark, blevet populært, at nogle tandlæger ved annoncering i dagspressen tilbyder deres tjeneste vedrørende nye behandlingsprincipper, og behandling med laser er en af mulighederne.

Producenten og forhandleren af disse nye high-tech, teknologisk komplicerede apparater tilbyder tandlægerne kurser i den kliniske brug. Kursusgiverne er angiveligt i de fleste tilfælde nye stjerner på det odontologiske firmament. Kursustilbuddet er tydeligt kommercielt orienteret med henblik på at afsætte det nye apparatur. Som en naturlig del af kurserne gennemgås også de økonomiske aspekter eller måske rettere de indtjeningsmæssige aspekter ved anskaffelsen af apparaturet. Det er interessant at konstatere, at i Europa er det specielt forskningscentre i Tyskland og Østrig, der med stor entusiasme har taget den odontologiske laserteknologi til sig. I Tyskland kan man således få en odontologisk mastergrad i anvendelse af laser (www.aalz.de). Foreninger til fremme af laseranvendelse inden for odontologien dukker

med jævne mellemrum op. Sverige har således mindst en laserforening, mens Norge og Danmark synes at lade vente på sig.

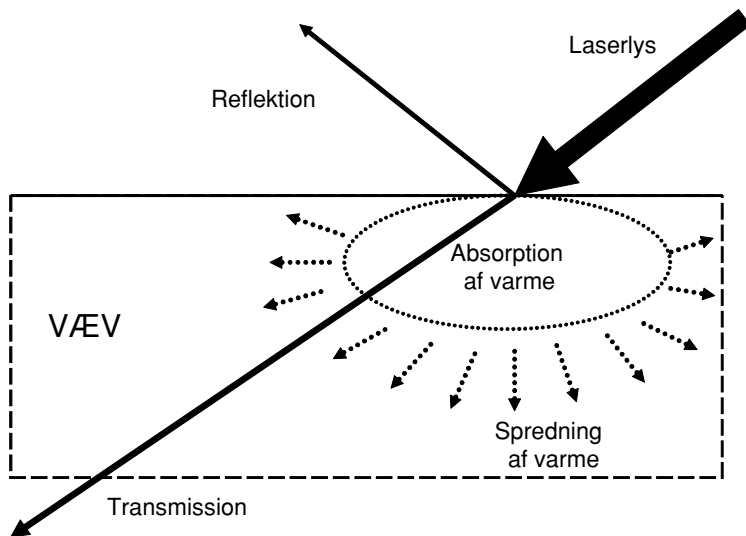
Laserteknik

Laserapparaturl har i dag mange forskellige specifikationer. Det fremstilles blandt andet som faststof-, væske- eller gas-lasere. Stoflypen, eller det aktive medium, er med til at bestemme bølge-længden for det genererede laserlys og dermed eksempelvis penetrationdybde og absorption. Laserapparaturlen kan levere laserlystrålen pulset eller kontinuerlig, kan være elektrisk eller optisk pumpet, kan have forskellig effekt (W) og kan generere laserlyset med en fast frekvens eller kan indstilles til flere forskellige frekvenser. Dette er blot nogle af de foreliggende muligheder. Det er ikke denne artikels formål i detaljer at gøre rede for de forskellige laserapparaturlers funktionelle grundlag. De oplysninger findes let i forskellige tekniske opslagsværker, og en glimrende gennemgang kan læses i en rapport fra American Academy of Periodontology¹. Der skal således blot denne ene gang skrives, at Er:YAG laser står for „Erbium doped: Yttrium-Aluminium-Garnet“ laser. Men den overgås i bogstavsammensætning af Er,Cr:YSGG, og det er et godt eksempel på, at lasertyperne kan varieres, så det i det mindste ser ud for brugeren – det vil sige tandlægen – som om den biologiske virkning ligeledes er ændret. Er:YAG nævnes specielt, fordi denne type laser angiveligt er produceret med henblik på brug ved odontologiske behandlinger. Det specielle er, at den har sit absorptionsmaksimum svarende til vand. Det betyder, at en meget stor del, måske størstedelen, af den energi, som laserlyset indeholder, kan absorberes i vand og derfor også i væv (blødtvæv, knogle, tænder), der indeholder vand. Der er således med varierende succes og ofte i ikke kontrollerede undersøgelsesdesign beskrevet anvendelse af Er:YAG laseren til kariesbehandling, til konditionering af emalje/dentinoverflader, til blødtvævskirurgi, herunder subgingival curettage, til fjernelse af tand-

sten, til kirurgisk indgreb på knogle, til behandling af perifer dentinhyperaestesi, til analgesi, til pulpa- og kanalbehandling, herunder desinfektion af rodkanal, til behandling af after og endelig til fjernelse af melaninfarvning eller amalgam tatoveringer på gingiva. Producenterne af lasere må være glade for alle disse anvendelsesmuligheder, for de er med til at retfærdiggøre en ofte meget anselig anskaffelsespris. Som god håndværker ved man imidlertid også, at det stykke værktøj, der skal dække mange forskellige funktioner, er blevet til ved kompromiser og således aldrig virker helt optimalt i de enkelte situationer.

Almindeligt lys består af lys med mange forskellige bølgelængder, hvorimod laserlys består af lys med én bølgelængde (monokromt lys). Ved hjælp af optiske systemer kan laserlyset bringes til at udbrede sig i samme retning, og de enkelte, nu parallelle, stråler kan fokuseres, således at alle stråler samles i samme punkt. En del af læserne vil sikkert kunne huske virkningen af linsen med et forstørrelsesglas i solen. Det genererede laserlys opfører sig i princippet ikke anderledes end almindeligt lys. En indfaldende laserlysstråle vil således for en del af lyset kunne reflekteres fra eksempelvis en væsoverflade. Den ikke reflekterede del vil trænge ind i vævet, hvor en del under de rette omstændigheder kan absorberes under afgivelse af varme til omgivende væv. Endelig kan den del af lyset, som ikke absorberes, passere igennem uden at påvirke vævet (Figur 1). Det sidste er jo netop den mekanisme, der udnyttes, når man gennem øjets glaslegeme foretager indgreb på øjets nethinde. Laserstrålens egenskaber er fastlagt sådan, at den først absorberes i det øjeblik, den rammer nethinden på øjets bagvæg.

I denne artikel behandles alene effekten af lasere, der er i stand til at „skære“ i væv, lasere der almindeligvis refereres til som „hardlasere“. Indgreb på tænder vil ikke blive omtalt. Artiklens emne er hardlaserens anvendelse i parodontalbehandling. For fuldstændighedens skyld skal det nævnes, at der også er fremstillet „softlasere“. Men rapporteringen af disse apparaturers mulige terapeutiske effekt mangler også i parodontologisk sammen-



Figur 1. Principskitse for lasers virkning på væv.

hæng enhver form for dokumentation. Softlaser rangerer indtil videre i forbindelse med parodontalbehandling på niveau med healing og håndspålæggelse.

Den skærende laser har sin effekt, fordi laserstrålens energi absorberes i vævet og omsættes til så stærk varme, at vævets indhold af vand øjeblikkeligt fordamper. Der udvikles et kraftigt damptryk, og vævet sprænges derfor i det punkt, hvor laserstrålen rammer. Dette princip er det samme for alle kirurgiske lasere. Den omtalte Er:YAG laser har sit absorptionsmaksimum over for vand og sigter således i sin funktion på at udnytte humane vævs indhold af vand. Da der er tale om vand, fortæller vores barne lærdom os nu, at temperaturen sikkert er mindst 100°C, når vandet øjeblikkeligt fordamper. Der er således tale om, at vævet koges i det mindste i snitfladen. Fra et biologisk synspunkt er det næppe muligt at argumentere for, at det skulle være et ideelt udgangspunkt for en helingsproces. Det er interessant at se, hvorledes forskellige forskergrupper har beskrevet den voldsomme fordampning af vand og vandholdige organiske komponenter.

Den termiske effekt benævnes -photothermal evaporation – og på grund af det øgede damptryk i vævet resulterer det i mikroeksplosioner. Andre termer for det samme er -thermomechanical- eller -photomechanical ablation eller -water mediated explosive ablation². Om man nu vil kalde processen fordampning eller mikroeksplosioner, så har princippet fundet anvendelse inden for den kosmetiske kirurgi til blandt andet fjernelse af skæmmende misfarvninger på huden, samt til fjernelse af tatoveringer og rynker. Som en kuriositet skal det nævnes, at man som en af de få undtagelser på internettet *kan* finde seriøs og let forståelig forbrugerinformation om virkningen af kirurgisk indgreb foretaget med CO₂-laser (www.hellerupprivathospital.dk/inforynk.html). Der skrives under afsnittet om helingen efter indgrebet mod rynker: „De første dage efter operationen reagerer huden med en voldsom hævelse, og den væsker meget, så der dannes gule fibrinbelægninger. Mest af alt ligner man noget, katten har slæbt ind. De fleste siger, når de ser sig i spejlet: „Hvad er det dog, jeg har gjort, bliver jeg nogensinde pæn igen?“ og pårørende bliver chokerede, for det kan da ikke passe, at man skal se sådan ud“. Der er i informationen fra klinikken ikke lagt skjul på, at der er tale om en forbrænding, der især ved indgreb omkring næsen kan lugte ubehageligt. Dette kan dog afhjælpes med et kraftigt luft-sug. For at fuldende billedet sammenlignes den umiddelbare opstramning af bindevævet, som ses lige efter indgrebet, med den reaktion, man kan se i køkkenet, når man lægger en bøf på en hed stegepande. Bøffen trækker sig sammen på grund af den pludselige varmepåvirkning og forbrænding. Laserproducenterne er klar over, at varmen er et problem, og apparaturerne kan derfor være forsynet med mulighed for påsprøjtning af vand, så en vis afkøling kan finde sted. Da vand ikke under normalt lufttryk kan opnå højere temperatur end 100°C, forhindrer man derved en forbrænding (forkulning) af vævet, men kogt, det bliver vævet. Under brugen af Er:YAG laser mod eksempelvis gingiva viser det sig da også som en hvidlig koaguleret væsoverflade og ikke overraskende ses ingen blødning. Den udeblivende eller stærkt

formindskede blødning under laserindgrebet er et af producenterne hyppigt fremførte argumenter for brug af laser. Hertil er der imidlertid kun at sige, at den blødning, der konstateres ved et lege artis udført parodontalkirurgisk indgreb, ikke bør være et problem for den behandlende tandlæge. Flere undersøgelser har vist, at laservarme kan blive så udtalt at rodcementen smelter. Processen kan sammenlignes med virkningen på porcelænsmasse under brænding. Endelig er det også et salgsargument, at flere indgreb – dog ikke alle viser det sig hurtigt – kan foretages uden at fremkalde smerte. Det skal indrømmes, at tandbehandling kan være meget ubehagelig, men vi har i dag mulighed for med en simpel lokalanalgesi at behandle uden at være smertevoldende. Muligheden for smertefri behandling med laser er således et pseudoargument.

Kan laserkirurgi sammenlignes med elektrokirurgi

Det er relevant at stille spørgsmålet: Adskiller laserkirurgi sig væsentligt fra den gammelkendte elektrokirurgi? Elektrokirurgi baserer sig på anvendelsen af højfrekvent vekselstrøm, hvor det kirurgiske instrument kan have forskellig udformning. Det er til odontologisk brug ofte en tynd metaltråd, en slynge eller en kugle. Det er strømmens evne til at fremkalde varme, der udnyttes. Ved at regulere strømstyrken kan man vælge mellem koagulations- eller skæreeffekt. Ved koagulation opvarmes vævet, og vævets proteinstof koagulerer og blødning fra mindre blodkar standses. Øges strømstyrken, sker der en hurtig opvarmning, hvorved vandet i vævet nærmest den tynde metaltråd øjeblikkeligt omdannes til damp, der forårsager, at vævet sprænges. Der fremkommer en snitflade med ringe blødning. Denne beskrivelse af elektrokirurgiapparaturets effekt er helt parallel til effekten af odontologisk laserudstyr. Det skal bemærkes, at de fleste odontologiske lasere ikke penetrerer dybt ind i vævet. Et lasersnit kan

derfor slet ikke med hensyn til tidsforbrug eller udstrækning sammenlignes med elektrokirurgi eller med det snit, en konventionel skalpel kan frembringe på sekunder. Skal forsvarlige sikkerhedsregler overholdes, er det en langsommelig procedure at foretage en incision til en gingivektomi med en laser. Elektrokirurgi kan anvendes til gingivektomi og gingivoplastik, men der er rapporter om forsinket sårheling, om tab af parodontalt fæste og om skader på rodcement og marginal knogle efter kontakt med elektroden. Der er ingen grund til at tro, at disse bivirkninger skyldes en mekanisk virkning af elektrokirurgien. Derimod er der al mulig grund til at antage, at de uheldige biologiske virkninger skyldes varmen fra elektrokirurgiinstrumentet.

Laser og parodontalbehandling

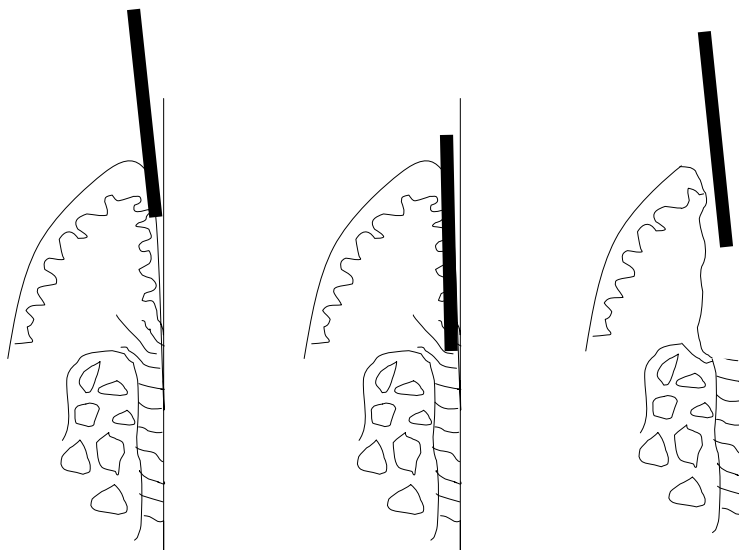
Det turde være klart, at bortset fra den langt større skæreeffekt, der er i elektrokirurgiinstrumentet sammenlignet med den odontologiske laser, så kunne man forvente, at bivirkningerne fra de to systemer lader sig sammenligne³. Sædvanligvis opdeles parodontalbehandling i kirurgisk og non-kirurgisk behandling. Begge typer behandling har som mål at forhindre yderligere tab af parodontalt støttevæv. Den non-kirurgiske behandling sigter derfor mod at eliminere de ætiologiske faktorer, plaque og tandsten.

Fjernelse af tandsten med laser

Da tandsten indeholder vand, er muligheden for „mikroeksplosioner“ til stede, når tandstenen rammes af laserstrålen. De efterfølgende refererede undersøgelser vil typisk dreje sig om Er:YAG laseren, som ud fra sin affinitet i forhold til vand af mange grupper er udvalgt som det ideelle forskningsobjekt i odontologisk sammenhæng. Det er imidlertid vigtigt at huske, at det basale princip for laserens funktion er absorption af laserstråleens energi med den følgende frigivelse af varme. Laseren er i

stand til at fjerne subgingival tandsten *in vitro*⁴, men ud over tandsten er det en almindelig observation, at rodcement fjernes ved samme indgreb. Efterfølgende er det ikke overraskende blevet vist *in vitro*, at ud over rodcement fjernes også dentin. Forfatterne til rapporten⁵ var af den opfattelse, at dette tab af tandsubstans burde overvejes ved den kliniske anvendelse af laserudstyr. Det skal medgives, at laserapparatet i den refererede undersøgelse blev anvendt med et højt energiniveau. Det blev derfor foreslået, at man, i stedet for blot at øge energiniveauet for at få en bedre effekt, kunne justere blandt andet pulsfrekvensen for laserstrålen⁶. Det er i øvrigt karakteristisk, at man, i de efterhånden mange undersøgelser, i håbet om at finde en ideel indstilling usystematisk har drejet på alle apparaturets knapper, således at en umiddelbar sammenligning er vanskelig. *In vitro* undersøgelserne peger på, at forandringerne efter brugen af laser kan begrænses. Disse resultater er i sig selv uinteressante, specielt når de sammenholdes med resultatet fra en *in situ* undersøgelse⁷ af lasereffekten i parodontale pocher på humane lig. Er:YAG laseren blev anvendt med vandspray, og selv når det tages i betragtning, at patientens temperatur må formodes at være langt under 37°C, kunne man efterfølgende konstatere tydelige forandringer i rodens dentin, antageligt fremkaldt af varmen fra laseren. I diskussion med brugere af den nævnte laser forklares observationen som en effekt, der på det levende individ ville være forsvindende lille, fordi man her har blodcirkulation i det omgivende væv. Næppe en holdbar forklaring. Det faktiske forhold kan derimod antages at være blandt andet den manglende køling, fordi vandet fra sprayen ikke trænger ned i pochen. Selv i *in vitro* undersøgelser⁵, hvor det må formodes, at laseren nemt kontrolleres, må det erkendes, at håndinstrumenter efterlader en ren og glat rodoverflade, hvorimod Er:YAG laseren afprøvet under samme betingelser fremkalder en ru overflade. Den fjerner ikke blot tandsten, men også større mængder af cement og dentin. Forfatterne angiver, at dette faktum skal medinddrages under den kliniske anvendelse af apparaturet, men de føjer ikke til, at risikoen for

skader såvel på tandsubstans som på de parodontale væv med overvejende sandsynlighed er betydelig. I en klinisk kontrolleret undersøgelse med split-mouth design⁸, der sammenligner effekten af Er:YAG laseren med konventionel depuration, findes der statistisk signifikante, men klinisk insignifikante forskelle på resultatet efter 6 måneder. Således var den gennemsnitlige mindskning i pochedybde, den kliniske fæstegevinst og den øgede gingivaretraktion henholdsvis 2,0, 1,9 og 0,1 mm for laser og de tilsvarende tal for konventionel depuration 1,6, 1,0 og 0,5 mm. Disse forskelle springer ikke i øjnene på grund af deres størrelse, snarere det modsatte. Det oplyses desuden i artiklen, at kalibreringen af de klinikere, der forestod registreringen, blev godkendt, når 90% af målingerne i første og anden kalibreringsundersøgelse var identiske. Umiddelbart lyder det som et flot resultat, men det interessante er den eventuelle forekomst af systematiske afvigelser, som givet kan og måske har påvirket resultatet. I undersøgelsen er der desuden udført screening af pochernes mikrobielle sammensætning, og næppe som nogen stor overraskelse findes der efter 6 måneder ingen forskel på de laserbehandlede og de konventionelt behandlede pocher. Det bør erindres, at der er tale om et split-mouth design, som er meget velegnet til at demonstrere effekten af forskellige kliniske behandlinger. Split-mouth designet forklarer ligeledes, at det har været muligt at opnå statistisk signifikans for klinisk uinteressante resultater. Forfatterne afslutter med at skrive: "In conclusion, the result of the present study indicates that Er:YAG laser may represent a suitable alternative for non-surgical periodontal treatment. Further studies are needed in order to evaluate the long term results of this treatment modality." Afslutningen er klassisk, og der er ikke bare tale om ydmyghed over for resultatet. En fortolket oversættelse til dansk kunne lyde: „De forskelle, vi har fundet i undersøgelsen, er så ubetydelige, at vi ikke kan udtale os om behandlingsmetodens anvendelighed, men måske er det en alternativ behandling til konventionel depuration. På længere sigt ved vi heller ikke, hvordan det går“. Det er klædeligt med beskedenhed, og det er da



Figur 2. Laserfibrers/-stavens applikation i pochens. Den umulige kontrol af effekten på knogle, parodontalligament og rodoverflade er illustreret. Indgrebet skal fjerne tandsten, men resultatet svarer nøje til beskrivelsen af lasers anvendelse til „Excisional New Attachment Procedure“ (ENAP).

godt, at man afstår fra at skrive: „... the present study strongly indicates ...“, for det er der absolut ingen baggrund for. Den sidste sætning i forfatterens konklusion berører det meget afgørende spørgsmål, der knytter sig til problemet med den gentagne brug af laser i forbindelse med vedligeholdelse af parodontitispacienter. Det er vanskeligt at forestille sig, at den kraftige varmepåvirkning af pochens indside, af pochebund, af parodontalfibre og af knogle er biologisk heldig (Figur 2). Almindeligvis må man i øvrigt sige, at indførelsen af nye behandlingsmetoder som et mindstemål må kræve, at behandlingsresultaterne er sammenlignelige med den hidtil brugte metode, og at bivirkningerne absolut ikke er større.

Laser anvendt som paradontalkirurgisk instrument

Som allerede omtalt kan laserapparaturl anvendes til kirurgiske indgreb på blandt andet blødtvæv i mundhulen, og det er også til det formål, at Food and Drug Administration (FDA) i USA har godkendt forskelligt laserudstyr.

Producenterne af lasere bruger denne godkendelse til at promovere anvendelsen inden for paradontalkirurgi, men det er der faktisk ikke belæg for. FDAs godkendelse angiver, at apparaturet er godkendt til indgreb på blødt- og hårdtvæv, men en sådan godkendelse dækker ikke nødvendigvis alle tænkelige indgreb. Godkendelsen lever heller ikke op til almindelige videnskabelige krav med hensyn til påvisning af effekt inden for et udvidet anvendelsesområde. Laser kan anvendes til gingivektomi, gingivoplastik og fjernelse af frenulae. Da penetrationsdybden, og dermed evnen til at skære, kan variere fra 0,03 til 5 mm, er der næppe tvivl om, at lasertyper, der kan trænge relativt dybt ind i vævet, er ønskelige, hvis indgrebet skal afsluttes inden for rimelig tid. Dette ønske øger imidlertid risikoen for utilsigtede skader på strukturer som rodoverflader, paradontalligament og knogle. Afskærmning af tandoverflader anbefales derfor. Det har tidligt stået klart for de grupper, der har været med til at udvikle de odontologiske lasere, at anvendelsen af laser subgingivalt nok kunne fjerne tandsten, men samtidigt fjernedes væv, der kom i vejen for laserstrålen.

Laser appliceres subgingivalt med et instrument udstyret med tynd fiberoptik, der kan føres ned i pochén (Figur 2). Viden om laserens effekt på pochens blødtvæv, specielt pochens epiteldækkede inderside, har sikkert været med til at vække de for længst aflivede ideer om gingival curettage til live igen⁹. Den genfundne idé blev præsenteret under konceptet : Dental Laser for Excisional New Attachment Procedure (ENAP). Den oprindelige tanke var, at dannelsen af nyt bindevævsfæste (*new attachment*) kunne fremmes ved fjernelse af epitelet i pochén. Bortset fra, at det

teknisk må anses for praktisk umuligt at gennemføre fjernelsen af epitelet, så forelå der, inden laser-ENAP dukkede op, en meget overbevisende forskning, der med stor tydelighed viste, at curretage eller ENAP ikke gav resultater, der var bedre end almindelig subgingival depuration^{10,11}. Lidt af en gåde er det derfor, at man anvender termen *New attachment*. Der foreligger nemlig ikke nogen publikationer, der indicerer, at ENAP eller curettage skulle have nogen effekt i forbindelse med parodontal regeneration. Derimod er der publikationer, der viser, at laserudført ENAP kan udgøre en betydelig risiko for skade på rodoverflader og alveolarknogle. Det angives blandt andet, at forandringerne kan forhindre normal adhæsion af celler og desuden påvirker helingen.

Konklusion

Det må konkluderes, at laser med megen omtanke og forsigtighed lader sig anvende til gingivektomi, gingivoplastik og mindre kirurgiske indgreb i mundhulen. Det er uden for enhver diskussion, at kirurgiske indgreb med laser bløder langt mindre end konventionel kirurgi, men som allerede omtalt bør det ikke være noget problem for en veluddannet tandlæge i en moderne klinik. Til oplysningerne om at indgreb med laser kan foretages uden anæstesi, er der blot at konstatere, at disse udsagn er udokumenterede, og at sikker smertefri behandling lader sig gennemføre med eksisterende metoder med minimalt ubehag for patienten. Med hensyn til anvendelse af laser subgingivalt må det konstateres, at der på nuværende tidspunkt ikke er faglig og sikkerhedsmæssig dokumentation herfor. Der er heller ikke dokumentation for, at laserbehandlingen er den konventionelle parodontalbehandling overlegen. En del publikationer angiver derimod, at der er en reel risiko for varige skader på de parodontale væv. Desuden må det konstateres, at der ikke er langtidsundersøgelser, der illustrerer laserbehandlingens effektivitet. For USA kan det fastslås, at FDAs safety clearance ikke er et udtryk for, at laser

rutinemæssigt kan anvendes til parodontalbehandling. I Danmark kan det ved at betragte udviklingen fastslås, at der til indførelsen af nye behandlingsmetoder, herunder anvendelse af laser, på danske tandklinikker ikke kræves seriøs dokumentation. Dette forhold efterlader såvel patienterne som tandlægerne i et uacceptabelt vakuum. Skulle du være potentiel køber af laserudstyr, er det et håb, at artiklen har fået dig på andre tanker.

LITTERATUR

- 1 The American Academy of Periodontology. Academy Report. Lasers in Periodontics. *J Periodontol* 2002;73:1231-1239.
- 2 Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I. Laser in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontology* 2000 2004;36:59-97.
- 3 Rose LF, Mealey BL, Genco RJ, Cohen DW. *Periodontics: Medicine, Surgery, and Implants*. St. Louis: Elsevier, Mosby. 2004, 310-312.
- 4 Aoki A, Ando Y, Watanabe H, Ishikawa I. *In vitro* studies on laser scaling of subgingival calculus with an erbium:YAG laser. *J Periodontol* 1994;65:1097-1106.
- 5 Frentzen M, Braun A, Aniol D. Er:YAG laser scaling of diseased root surfaces. *J Periodontol* 2002;73:524-530.
- 6 Ishikawa I. Letter to the editor. Re: Er:YAG laser scaling of diseased root surfaces: Frentzen M, Braun A, Aniol D. (*J Periodontol* 2002;73:524-530). *J Periodontol* 2002;73:1226.
- 7 Folwaczny M, Benner KU, Flasskamp B, Mehl A, Hickel R. Effects of 2.94 micron Er:YAG laser radiation on root surfaces treated in situ: A histological study. *J Periodontol* 2003;74:360-365.
- 8 Schwarz F, Sculean A, Georg T, Reich E. Periodontal treatment with an Er:YAG laser compared to scaling and root planing. A controlled clinical study. *J Periodontol* 2001a;72:361-367.
- 9 Gold SI, Vilardi MA. Pulsed laser beam effects on gingiva. *J Clin Periodontol* 1994;21:391-396.
- 10 Ramfjord SP, Caffesse RG, Morrison EC, Hill RW, Kerry GJ, Appleberry EA, Nissle RR, Stults DL. Four modalities of periodontal treatment compared over 5 years. *J Clin Periodontol* 1987;14:445-452.

- 11 Kalkwarf KL. Tissue attachment. In. Proceedings of the World Workshop in Clinical Periodontics. American Academy of Periodontics. 1989, V1-V23