



J.J. ten Bosch

# Lasers in de tandheelkunde 6

## De 'soft' laser

### Samenvatting

Trefwoorden:

- Laser

Uit de Disciplinegroep Biomaterialen van de Faculteit der Medische Wetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen.

Datum van acceptatie:

17 juni 2002.

Adres:

Prof.dr. J.J. ten Bosch

RU Groningen

Postbus 196

9700 AD Groningen

j.j.ten.bosch@med.rug.nl

Een zogenaamde 'soft laser' is een laser met laag vermogen die uitzendt in het rode en nabij infrarode gebied van het spectrum. Met onderzoeken op celkweken is aangetoond dat een soft laser onder de juiste omstandigheden inwerkt op cellen en de celdeling bevordert, een inwerking die waarschijnlijk aangrijpt in de ademhalingsketen van de cel. De golflengte en de dosis dienen echter nauwkeurig te worden ingesteld: te lage dosis heeft geen effect, te hoge ook niet. De marge rond de optimale dosis is slechts ongeveer 10%. Met enkele proefdieronderzoeken is een gunstig effect van de soft laser op wondheling gevonden, andere onderzoeken konden geen effect vinden. Ook zijn onderzoeken bij de mens gedaan maar veel daarvan voldoen niet aan de wetenschappelijke criteria, bijvoorbeeld omdat er geen placebogroep was of omdat het onderzoek niet dubbelblind werd uitgevoerd. Enkele lieten een effect zien, maar bij de meeste was dat niet het geval. Een verklaring voor de grote variatie in resultaten kan wellicht worden gevonden in de vereiste nauwkeurigheid van de instelling van de celdosis, in combinatie met de zeer gecompliceerde relatie tussen de dosis die op weefsel valt en de dosis die de daarop of daarin liggende cellen ontvangen. Meer onderzoek, vooral onderzoeken waarin op systematische manier de dosis en de golflengte worden veranderd, is nodig alvorens tot verantwoord klinisch gebruik kan worden besloten.

TEN BOSCH JJ. Lasers in de tandheelkunde 6. De 'soft' laser. Ned Tijdschr Tandheelkd 2002; 109: 334-338.

### Inleiding

Een zogenaamde 'soft' laser is een laser met laag vermogen die uitzendt in het rode en nabij infrarode gebied van het spectrum. Voor het vermogen moet gedacht worden aan enkele milliwatt (mW) tot 0,5 Watt (W), en aan een golflengtebereik van 600 - 900 nm. De helium-neonlaser (633 nm) valt in dit bereik en ook verschillende diodelasers. Het betreft hier lasers zoals die ook in laseraanwijzers gebruikt worden en soortgelijke met een wat hoger vermogen.

Over het gebruik van soft lasers wordt zeer verschillend geoordeeld: er is totale verguizing te beluisteren, maar ook groot enthousiasme. Dit laatste wordt wellicht bevorderd door de commerciële beschikbaarheid en de afwezigheid van bezwaren van het gebruik. Wetenschappelijk onderzoek geeft tot nu toe geen uitsluitend omdat de onderzoeken verschillende resultaten geven, ook al zijn de omstandigheden zoals golflengte, dosis en dosissnelheid bijna dezelfde. Publicaties over klinische onderzoeken die onder precies dezelfde omstandigheden waren uitgevoerd, ontbreken. Dit geldt ook voor onderzoek met dierproeven. Het meest systematische onderzoek is gedaan met preparaten van levende cellen en weefsels, waarbij getracht is de processen die aan een effect ten grondslag zouden moeten liggen, te ontsluiten. Dit is ten dele gelukt. Helaas is de stap naar de klinische toepassing zo groot dat uit weefselonderzoek niet een klinische toepassing kan worden afgeleid. Er is dan ook geen wetenschappelijke basis voor behandelingsvoorschriften bij bepaalde klinische problemen (Danhof *et al*, 1992).

In dit beknopte literatuuroverzicht wordt achtereenvolgens ingegaan op de resultaten van onderzoek met celpreparaten, van dierexperimenteel en van kli-

nisch onderzoek. Het geven van een volledig literatuuroverzicht valt buiten het bestek van dit artikel. Er is daarom gebruikgemaakt van vrij recente voor de tandheelkunde geschreven overzichtsartikelen (BASFORD, 1995; WALSH, 1997a en 1997b; LUCAS *et al*, 2000), aangevuld met meer recente gegevens. Al deze overzichtsartikelen concluderen in verschillende bewoordingen dat er onvoldoende gegevens zijn om de klinische resultaten van een behandeling te voorspellen. Er wordt dan ook steeds aanbevolen om verder onderzoek te doen, waarbij de omstandigheden van uitvoering nauwkeurig moeten worden vastgesteld en beschreven.

### Onderzoek met celpreparaten

Baanbrekend werk met celpreparaten is gedaan in de toenmalige Sovjet-Unie door KARU (1989). Zij legde de opvallende stralingsdosis en de golflengte nauwkeurig vast en vond bij bepaalde doses een positief effect op de respiratoire functie van de cellen. Sindsdien zijn door haar en anderen culturen van vele verschillende cellen onderzocht, waarbij stimulering van veel celprocessen werd gevonden. De dosisafhankelijkheid die Karu vond is inmiddels door andere onderzoekers bevestigd (GROSSMAN *et al*, 1998; SROKA *et al*, 1999).

Het blijkt dat het golflengte-interval tussen - ruwweg - 400 en 900 nm effectief is om cellen te stimuleren (KARU, 1989). Karu (1989) vond enkele voorkeursgolflengten, nauwkeurige actiespectra zijn echter niet gepubliceerd. Interessant en ook van praktisch belang is dat er overeenstemming over is dat er in de dosis een optimum zit: bij een lage dosis gebeurt er (uiteraard) niets, bij hoge dosis echter ook niet. Daartussen zit een dosis waarbij celfuncties wél worden bevorderd. Een

Tabel 1. Overzicht van recente onderzoeken met celkweken.

Auteurs	Bestudeerde cellen	Opvallende dosis (J/cm <sup>2</sup> )	Optimale dosis (J/cm <sup>2</sup> )	Dosis-snelheid (mW/cm <sup>2</sup> )	Golflengte (nm)	Optimale golflengte	Bestudeerd effect	Effect-grootte
Grossman <i>et al</i> , 1998	Humane keratinocyten	0-1,5	0,5	20	780	-	o.m. aantal cellen	2 maal verhoging
Webb <i>et al</i> , 1998	Humane fibroblasten	2,4 en 4	-	78	660	-	aantal cellen	10% verhoging
Karu <i>et al</i> , 1998	Diverse	0,02-3	0,003; 0,01; 0,03; 0,1; 0,4; 1; 3	0,4 -190	820	-	oxydatief metabolisme, celhechting celdeling	~2 maal, geen effect van dosissnelheid
Sroka <i>et al</i> , 1999	Diverse normale en tumorcellen	0-20	5	10	410-1064	635-805	intracellulaire Ca <sup>2+</sup>	2 maal verhoging
Tong <i>et al</i> , 2000	Humane lymphocyten en neurogliocyten	7,5	-	4	532-1300	633-650	diverse celactiviteit	2 maal verhoging
Coombe <i>et al</i> , 2001	Humane osteosarcomacellen	1,7-25	-	500	830	-	celdeling	warmteschok
Yamamoto <i>et al</i> , 2001	Muis-osteoblasten	7,6	-	6,3	830	-	celdeling	5 maal verhoging
Al-Whatban en Andres, 2001	Hamstercellen en humane huidfibroblasten	0,06-0,6	0,18	1,25	633	-	celdeling	30% toename

overzicht van zeven recente publicaties laat echter zien dat de meest effectieve dosis niet steeds dezelfde is (tab. 1). Meestal liggen de waarden tussen de 1 J/cm<sup>2</sup> en 10 J/cm<sup>2</sup>, wat helaas nog een ruim gebied is. De in de tabel weergegeven effecten zijn door verschillende auteurs op verschillende manieren bepaald, soms indirect. De effectgrootte varieert van 10% toename in aantal cellen na vier dagen tot een factor 5 in celdeling (Webb *et al*, 1998; Yamamoto *et al*, 2001). Waar de verschillen door veroorzaakt worden is niet duidelijk.

Is een scherp optimum in de dosisafhankelijkheid al bijzonder, recentelijk vond Karu dat er bij opklimmende dosis in het bereik 0,02 - 3 J/cm<sup>2</sup> zelfs zeven maxima en minima in het effect worden gevonden (Karu *et al*, 1997). Deze maxima waren dezelfde voor vier verschillende celtypen en verschillende effecten (afb. 1). In dezelfde publicatie wordt gerapporteerd dat de intensiteit in een groot bereik geen rol speelt. Ook Walsh (1997a) concludeert dit in zijn op de tandheelkunde gerichte overzicht. Het instellen van een optimale dosis luistert vrij nauw: een precisie van 5 à 10% is vereist. Het grote aantal maxima en de geringe breedte ervan zou de oorzaak kunnen zijn van de zeer verschillende optimale doses die voor de verschillende dierlijke of klinische toepassingen zijn vastgesteld.

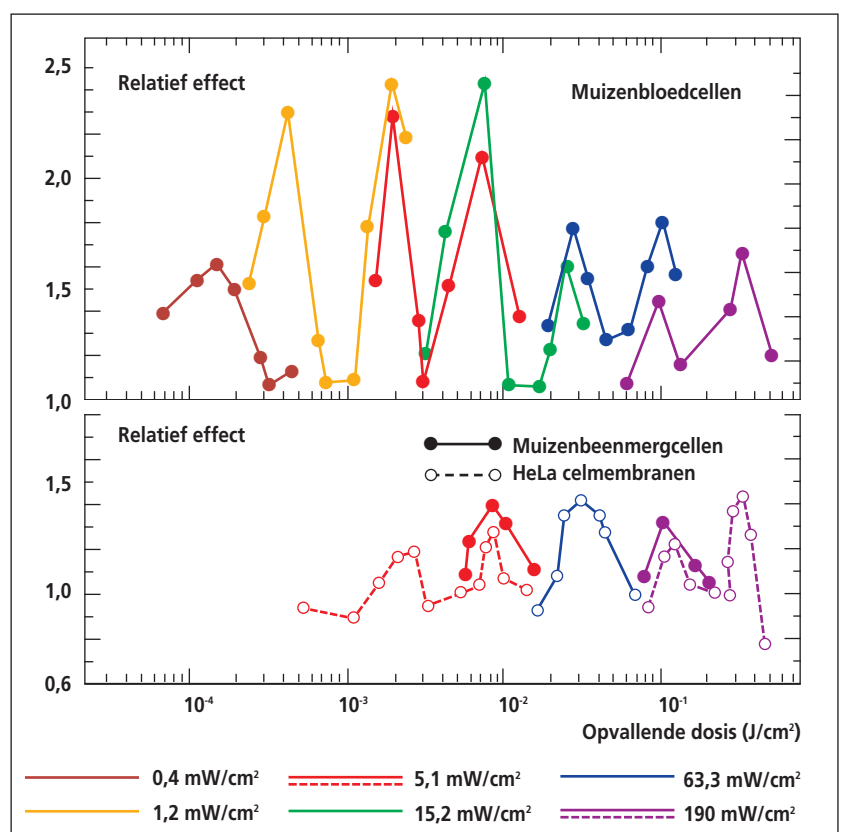
Walsh (1997a) geeft een samenvatting van de mogelijke oorzaken van effecten op celkweken. Hij noemt stimulering van proliferatie van fibroblasten, mogelijk veroorzaakt door stimulering van de productie van een groeifactor en versnelling van fibroblastmaturatie en beweging van deze cellen door een matrix van weefsel. Bij osteoclasten kan door deze straling de proliferatie en de DNA-synthese worden verhoogd, evenals calcificatie. Ook bevordering van regeneratie van zenuwcellen is aangetoond.

Samenvattend kan worden gesteld dat zelfs bij celkweek, waar de optische situatie zeer eenvoudig is, er alleen duidelijkheid is over de mogelijkheid van een effect van behoorlijke grootte bij een dosis tussen de 0,002 en 10 J/cm<sup>2</sup>. De snelheid van toediening van deze

dosis lijkt er weinig toe te doen. Over de overige voor een effect meest gunstige omstandigheden, zoals de meest gunstige golflengte(n), continue of gepulste straling en in het laatste geval pulsduur en -frequentie, is

**Afb. 1. Enkele verschillende effecten bij verschillende soorten cellen in afhankelijkheid van de opvallende dosis (Karu *et al*, 1998). De dosis staat horizontaal op een logaritmische schaal, het relatieve effect staat verticaal. Een relatief effect van 1,0 betekent dus géén effect van de straling. Een relatief effect van 2,0 geeft aan dat door de bestraling bijvoorbeeld de deling van cellen tweemaal zo snel gaat als zonder bestraling. De verschillende kleuren duiden verschillende bestralingsintensiteiten aan.**

**De scherpe pieken geven aan dat de dosis die de cellen ontvangen, behoorlijk nauwkeurig op de juiste waarde moet worden ingesteld om een effect van de bestraling te verkrijgen. Opvallend is dat de dosis waarbij de pieken optreden, niet afhankelijk lijkt te zijn van celtype en dosissnelheid.**



**Tabel 2. Resultaten van dierproeven in het orofaciale gebied.**

Auteurs	Onderwerp	Opvallende dosis	Golflengte	Effect
In de Braeck et al, 1991a	Wondgenezing en -contractie na palatumchirurgie bij de Beagle	1 J/cm <sup>2</sup> , 3 maal/wk, 4 wk.	830 nm	Geen
In de Braeck et al, 1991b	Ontwikkeling van de maxillaire tandboog na palatumchirurgie bij de Beagle	1 J/cm <sup>2</sup> , 3 maal/wk, 4 wk.	830 nm	Geen
Hall et al, 1994	Heling van ponswonden op de rug bij de rat	0,2 J/cm <sup>2</sup> dagelijks, max. 20 maal	904 nm	Geen, ook niet systemisch
Khullar et al, 1999	Zenuwuitgroei van een doorgesneden rat	46 J/cm <sup>2</sup> dagelijks, 16 d.	830 nm	Significante verbetering

weinig te zeggen. Wat de moleculaire of cellulaire processen betreft die een gunstig effect veroorzaken, tast men nog steeds in het duister. Er is slechts overeenstemming over het feit dat gevonden effecten niet door warmtetoediening worden veroorzaakt, maar ergens in de ademhalingsketen van de cel aangrijpen.

### Dierexperimenteel onderzoek

Uiteraard zijn voorafgaand aan klinische onderzoeken dierexperimentele onderzoeken uitgevoerd. Veel maar niet alle betreffen wondheling op niet-tandheelkundig gebied. In verschillende onderzoeken is een positief effect op wondheling vastgesteld. Onderzoeken die door keuze van het onderwerp of het tijdschrift in het bijzonder op de tandheelkunde zijn gericht, zijn samengevat in tabel 2. Er is een flinke variatie in problemen en bestralingsomstandigheden te zien. Een algemene conclusie over het nut van een dergelijke bestraling kan niet worden getrokken.

### Humaan tandheelkundig onderzoek

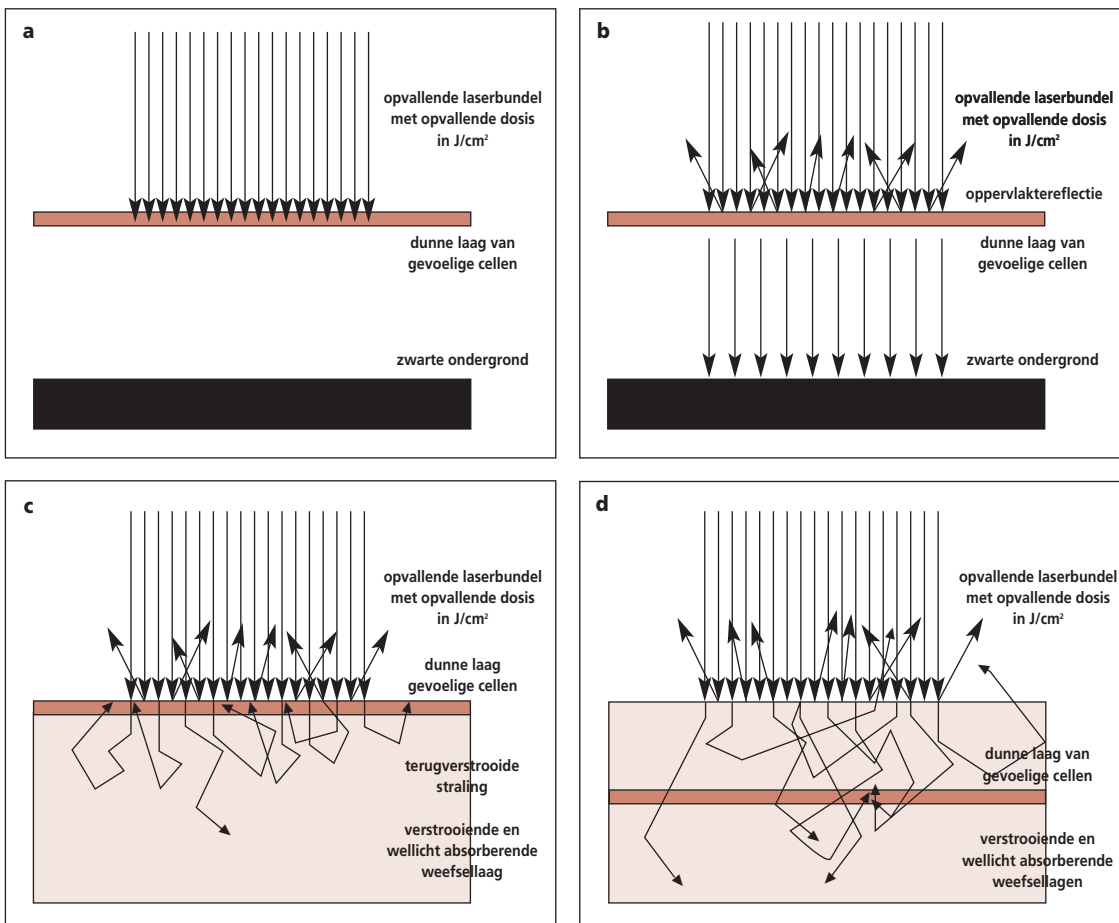
Vroege onderzoeken waren meestal van kwalitatieve

aard en zonder placebobestraling. In de weinige vroege dubbelblinde en placebo-gecontroleerde onderzoeken werd geen effect gevonden. Hansen en Thorøe (1990) deden een onderzoek naar pijnbestrijding met de soft laser en vonden een groot placebo-effect maar geen effect van de laser. Fernando et al (1993) en Braams et al (1994) deden een onderzoek naar de nabezwaren die ontstaan na het verwijderen van een verstandkies in de onderkaak. In beide artikelen wordt een verbetering door laserbestraling niet vastgesteld. Rydén et al (1994) deden een onderzoek naar de bestrijding van gingivitis en ook zij vonden geen effect.

In 1995 verscheen het reeds genoemde zorgvuldige overzichtsartikel van Basford (1995) waarin gecontroleerde en dubbelblinde onderzoeken besproken worden. De auteur concludeert aan het eind van zijn beschouwing over de tandheelkundige toepassingen dat de meerderheid van de besproken onderzoeken het klinisch nut van soft laser-therapie niet steunt. De auteur acht meer en systematischer onderzoek nodig. In de parodontologische literatuur verscheen een overzicht over wondheling in het algemeen waarin werd vastgesteld dat de soft laser klinisch wordt gebruikt ondanks dat daar geen wetenschappelijke basis voor is (Conlan et al, 1996). Een jaar later is Walsh (1997a) optimistischer in zijn overzichtsartikel over zachte weef-

**Tabel 3. Overzicht van methodologisch goede humane onderzoeken in het orofaciale gebied, voorzover niet in overzichtsartikelen samengevat.**

Auteurs	Onderwerp	Opvallende dosis	Golflengte	Effect
Hansen en Thorøe, 1990	Vermindering chronische orofaciale pijn	4,7 en 9,4 J/cm <sup>2</sup>	904 nm	Groot placebo-effect
Fernando et al, 1993	Vermindering pijn en zwelling na verwijdering derde molaar	4J/alveole	830 nm	Geen
Braams et al, 1994	Vermindering pijn en zwelling na verwijdering derde molaar	2 maal 2 Joule	830 nm	Geen
Rydén et al, 1994	Bestrijding gingivitis	0,5 J/cm <sup>2</sup>	904 nm	Geen effect
Lim et al, 1995	Post-activeringspijn in de orthodontie	0,9; 1,8; 3,6 J/cm <sup>2</sup>	830 nm	Geen statistisch significante verbetering, wel placebo-effect
Neiburger, 1997	Heling van incisies	1,2 J/cm <sup>2</sup>	670 nm	79% heelde snel
Bensadoun et al, 1999	Remming van bestralingsmucositis	2 J/cm <sup>2</sup>	633 nm	20-30% remming



**Afb. 2** De relatie tussen opvallende dosis en celdosis.

a. Een theoretische situatie: op een enkele niet-reflecterende cellaag valt een dosis straling. De celdosis is gelijk aan de opvallende dosis en is dus precies in te stellen.  
 b. De situatie bij een cel- of weefselkweek: de cel-laag reflecteert een deel van de straling, de optische situatie is daardoor wat ingewikkelder. De reflectie is echter langs optische weg vrij eenvoudig te berekenen en overigens ook te meten. In deze situatie is de celdosis dus vrij precies in te stellen.

c. De laag stralingsgevoelige cellen bevindt zich aan het oppervlak van een weefsel. Dit is bijvoorbeeld de situatie bij de orale mucosa. Door terugreflectie uit het weefsel kan de celdosis enkele malen hoger zijn dan de opvallende dosis, afhankelijk van absorptie en verstrooiing in het weefsel.

d. De laag gevoelige cellen bevindt zich dieper in het weefsel. Dit is bijvoorbeeld het geval bij bot- of kraakbeencellen. De celdosis hangt nu ook nog af van de diepte waarop de cellen liggen. De celdosis is niet meer te voorspellen.

sels. Hij concludeert voorzichtig dat er toenemende aanwijzingen zijn voor zinvol gebruik van de soft laser voor een aantal tandheelkundige toepassingen op zachte weefsels. Hij noemt daarbij wondgenezing, aften, mucositis en zenuwherstel. Bij andere toepassingen is een positief effect onzeker of aangetoond afwezig. In zijn overzicht over harde weefsels beschrijft Walsh (1997b) slechts twee onderzoeken waarin een effect wordt gevonden. In het ene worden twee laserbehandelingen ter bestrijding van dentineovergevoeligheid dubbelblind vergeleken (Gelskey *et al*, 1993). Beide behandelingen tonen ongeveer 63% verbetering, maar er is geen placebobehandeling. In het andere onderzoek wordt pijnbestrijding tijdens orthodontische behandeling als bewezen effectief aangeduid, hoewel de vergelijking van placebo en laser op twee plaatsen in dezelfde mond geen statistische significantie opleverde (Lim *et al*, 1995). Ook Walsh (1997a en 1997b) acht het noodzakelijk dat voor zowel zachte als harde weefsels nauwkeurig onderzoek wordt gedaan naar de meest effectieve dosis en dat resultaten daarvan moeten leiden tot behandelingsprotocollen.

Een meer recent dubbelblind, gecontroleerd multicentrumonderzoek naar de soft laser-behandeling van door straling veroorzaakte mucositis liet een statistisch significante en klinisch relevante vermindering van pijn en mucositiscore zien (Bensadoun *et al*, 1999). Neuburger (1997) deed een placebo-gecontroleerd onderzoek naar wondheling bij extracties en vond een significant effect van soft laser-bestraling. Een overzicht van Lucas *et al* (2000) betreft heling van chronische wonden, in het bijzonder decubituswonden. De auteurs conclu-

deren dat er geen effect van de soft laser is. De tandheelkundige relevantie daarvan lijkt echter gering. De bestralingscondities die in de genoemde dubbelblinde onderzoeken werden gebruikt, zijn samengevat in tabel 3. Ook daaruit blijkt dat de standaardisatie van condities nog ver te zoeken is.

## Discussie

Voor de wisselende resultaten in dierexperimentele proeven en in dubbelblinde, gecontroleerde klinische onderzoeken is geen sluitende verklaring gegeven. Het is mogelijk, zo niet waarschijnlijk, dat de klokvormige dosisafhankelijkheid van effecten, zoals die door meerdere auteurs bij weefselkweken is gevonden, de oorzaak is. Enerzijds moet immers vanwege die afhankelijkheid de dosis op de cellen die het effect bewerkstelligen vrij precies (op 5 à 10%) de juiste waarde hebben (afb. 1). Anderzijds is die dosis op zeer ingewikkelde manier afhankelijk van de opvallende dosis en de weefseigenschappen, en dus moeilijk of onmogelijk te bepalen. Afbelding 2 maakt dit laatste duidelijk. Als de cellen die het effect moeten bewerkstelligen daartoe de juiste dosis krijgen, mag dat wel een gelukkig toeval worden genoemd. Dit komt overeen met de resultaten van dubbelblind onderzoek waarin slechts in enkele gevallen een positief resultaat gevonden werd. Dat niet-blind onderzoek vaak een goed resultaat liet zien, kan aan een placebo-effect worden toegeschreven (Hansen en Thorøe, 1990; Lim *et al*, 1995). Zo'n effect kan overigens voor patiënt en tandarts heel bevredigend zijn.

De conclusie luidt dat klinisch gebruik van een soft laser niet wetenschappelijk onderbouwd is en dat resultaten niet kunnen worden voorspeld. Dit geldt ook voor de behandelingsprotocollen die in hoofdstuk 9 van deel 2 van het Nederlandstalige handboek 'Lasertherapie in de tandheelkundige praktijk' worden gegeven en de positieve berichten die in dat boek over de klinische resultaten worden gemeld (Danhof *et al*, 1992).

### Literatuur

- AL-WHATABAN FAH, ANDRES BL. The effect of He-Ne laser (632.8 nm) and Solcoseryl® in vitro. *Lasers Med Sci* 2001; 16: 267-275.
- BASFORD JR. Low intensity laser therapy: still not an established clinical tool. *Lasers Surg Med* 1995; 16: 331-342.
- BENSADOUN RJ, FRANQUIN JC, CIAIS G, DARCOURT V, ET AL. Low-energy He/Ne laser in the prevention of radiation-induced mucositis. A multicenter phase III randomised study in patients with head and neck cancer. *Support Care Cancer* 1999; 7: 244-252.
- BRAAMS JW, STEGENGA B, RAGHOEBAR GM, ROODENBURG JL, WEELE LT VAN DER. Behandeling met softlaser. Invloed op klachten na de verwijdering van verstandskiezen in de onderkaak. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1994; 101: 100-103.
- BRAEKT MM IN DE, ALPHEN FA VAN, KUIJPERS-JAGTMAN AM, MALTHA JC. Effect of low level laser therapy on wound healing after palatal surgery in beagle dogs. *Lasers Surg Med* 1991a; 11: 462-70.
- BRAEKT MM IN DE, ALPHEN FA VAN, KUIJPERS-JAGTMAN AM, MALTHA JC. The effect of low-level laser treatment on maxillary arch dimensions after palatal surgery on beagle dogs. *J Dent Res* 1991b; 70: 1467-1470.
- CONLAN MJ, RAPLEY JW, COBB CM. Biostimulation of wound healing by low-energy laser irradiation. A review. *J Clin Periodontol* 1996; 23:492-496.
- COOMBE AR, HO C-TG, PHILIPS JR, ET AL. the effects of low level laser irradiation on osteoblastic cells. *Clin Orthod Res* 2001; 4: 3-14.
- DANHOF G, HESSELINK J, OUDHOF HAJ. Lasertherapie in de tandheelkundige praktijk. Hoogezand: Stubeg, 1992.
- FERNANDO S, HILL CM, WALKER R. A randomised double blind comparative study of low level laser therapy following surgical extraction of lower third molar teeth. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1993; 31: 170-172.
- GELSKY SC, WHITE JM, PRUTHI VK. The effectiveness of the Nd:YAG laser in the treatment of dental hypersensitivity. *J Can Dent Assoc* 1993; 59: 377-8, 383-386.
- GROSSMAN N, SCHNEID N, REUVENI H, HALEVY S, LUBART R. 780 nm low power diode laser irradiation stimulates proliferation of keratinocyte cultures: involvement of reactive oxygen species. *Lasers Surg Med* 1998; 22: 212-218.

- HALL G, ANNEROTH G, SCHENNING S, ZETTERQUIST L, RYDÉN H. Effect of low level energy laser irradiation on wound healing. An experimental study in rats. *Swed Dent J* 1994; 18: 29-34.
- HANSEN HJ, THORØE U. Low-power laser biostimulation of chronic oro-facial pain. A double-blind placebo controlled cross-over study in 40 patients. *Pain* 1990; 43: 169-179.
- KARU T. Photobiology of low-power laser effects. *Health Phys* 1989; 56: 691-704
- KARU TI, PYATIBRAT LV, RYABYKH TP. Nonmonotonic behavior of the dose dependence of the radiation effect on cells in vitro exposed to pulsed laser radiation at  $\lambda = 820$  nm. *Lasers Surg Med* 1997; 21: 485-492.
- KHULLAR SM, BRODIN P, FRISTAD I, KVINNSLAND IH. Enhanced sensory reinnervation of dental target tissues in rats following low level laser (LLL) irradiation. *Lasers Med Sci* 1999; 14: 177-184.
- LIM H-M, LEW KKK, TAY DKL. A clinical investigation of the efficacy of low level laser therapy in reducing orthodontic postadjustment pain. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995; 108: 614-622.
- LUCAS C, STANBOROUGH RW, FREEMAN CL, HAAN RJ DE. Efficacy of low-level laser therapy on wound healing in human subjects: a systematic review. *Lasers Med Sci* 2000; 15:84-93.
- NEUBURGER EJ. Accelerated healing of gingival incisions by the helium-neon diode laser: a preliminary study. *Gen Dent* 1997; 45: 166-170.
- RYDÉN H, PERSSON L, PREBER H, BERGSTRÖM J. Effect of low level energy laser irradiation on gingival inflammation. *Swed Dent J* 1994; 18: 35-41.
- SROKA R, SCHAFFER M, FUCHS C, ET AL. Effects on the mitosis of normal and tumor cells induced by light treatment of different wavelengths. *Lasers Surg Med* 1999; 25: 263-271.
- TONG M, LIU YF, ZHAO XN, YAN CZ, HU ZR, ZHANG ZX. Effects of different wavelengths of low level laser irradiation on murine immunological activity and intracellular  $Ca^{2+}$  in human lymphocytes and cultured cortical neurogliaocytes. *Lasers Med Sci* 2000; 15: 201-206.
- WALSH LJ. The current status of low level laser therapy in dentistry. Part 1. Soft tissue applications. *Aust Dent J* 1997a; 42: 247-254.
- WALSH LJ. The current status of low level laser therapy in dentistry. Part 2. Hard tissue applications. *Aust Dent J* 1997b; 42: 302-306.
- WEBB C, DYSON M, LEWIS WHP. Stimulatory effect of 660 nm low level laser energy on hypertrophic scar-derived fibroblasts: possible mechanisms for increase in cell counts. *Lasers Surg Med* 1998; 22: 294-301.
- YAMAMOTO M, TAMURA K, HIRATSUKA K, ABIKO Y. Stimulation of MCM3 gene expression in osteoblast by low level laser irradiation. *Lasers Surg Med* 2001; 16: 213-217.

### Dankwoord

Dr. T. G. van Kooten zorgde voor de juiste terminologie in tabel 1, dr. G.M. Raghoobar gaf kritische commentaren bij het manuscript.

### Summary

Key word:

- Laser

## Lasers in dentistry 6. The soft laser

A soft laser is a low-power laser emitting in the red and near-infrared part of the spectrum. Studies with cell cultures have shown that radiation from a soft laser, when used under proper conditions, promotes cell function and cell proliferation. However, wavelength and dose should be carefully adjusted to an optimum value: too low a dose does not work and neither does a high dose. The dose should be adjusted within an interval of about 10%. In a few animal studies a positive effect on wound healing has been demonstrated, although other studies did not show such an effect. Of the human studies done in the dental field, many do not meet scientific standards because there was no control group or the study was not double-blind. A few studies showed a positive effect but most did not. Perhaps the large variation in results may be explained by the required accuracy of adjustment of the dose, combined with the complicated processes that relate the incident dose to the dose to cells lying on or in tissue. More research, in particular studies in which the dose and wave length are varied systematically, are needed before responsible clinical use can be recommended.