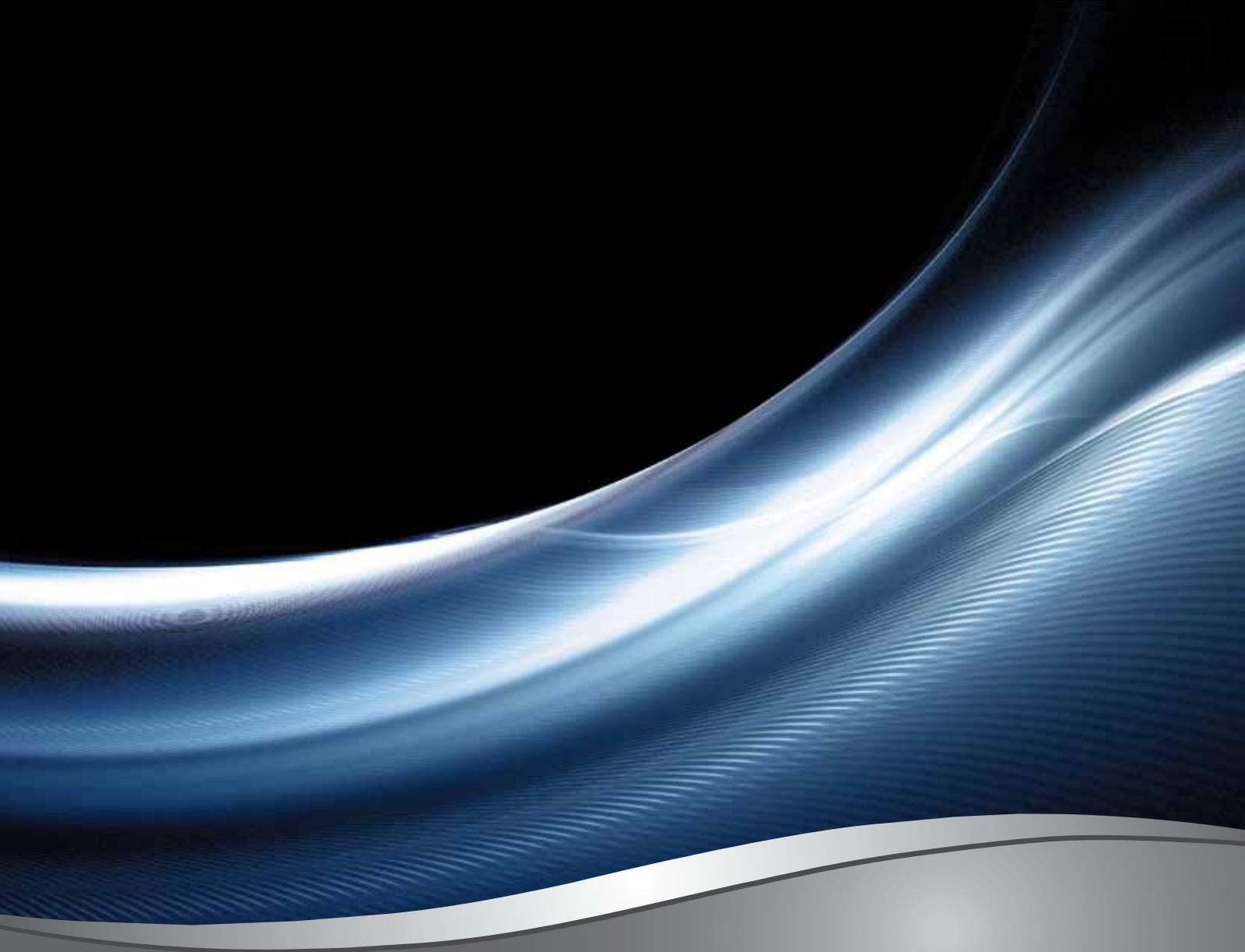


elexxion

powered by technology

An abstract graphic featuring flowing, wavy lines in shades of blue and white, set against a dark background. The lines create a sense of motion and depth, resembling a liquid surface or a digital wave.

miscellaneous application studies

Table of contents

Title	Author	Date of Expiry	Page
Depigmentation of gingivae and lip with digital pulsed diode laser – an integral part of cosmetic dentistry	Dr. Kenneth Luk, Hong Kong	2009	5
Der Diodenlaser als Hard- und Therapielaser	Frank W. Förster	2008	9
Der Laser – ein rückgekoppelter optischer Verstärker in Selbsterregung	Prof. Dr. Axel Donges	2006	17
Clinical application of a digital pulsed diode laser in depigmentation therapy	Dr. Kenneth Luk	2005	25
Ein Jahr Elexxion claros	Dr. med. dent. Michel Vock		31
The evolution of the diode laser	Olaf Schäfer		35

Depigmentation of gingivae and lip with **Digital Pulsed Diode Laser**—an integral part of Cosmetic Dentistry

author_Kenneth Luk, Hong Kong

Melanin is the most common natural pigment contributing to normal colour of the gums. Although ethnic and physiologic melanin pigmentation is not a medical pathosis, the appearance of pigmented gums is considered unaesthetic and overlooked at times in cosmetic dentistry assessments. Various laser wavelengths have been reported for removal of melanin pigment with good results. Removal of mucosa to the basal layer is the common procedure using lasers or conventional abrasive technique using diamond burs. Pigmentation of the lip is another aesthetic concern to patients affecting their confidence and quality of life.

Background

Diode laser at 810 nm is transmissive through water, and is attracted to pigment such as haemoglobin and melanin. The continuous wave or the mechanically gated pulsed mode both produce a long tissue interaction time, which require much longer relaxation time for tissue to cool down. Hence, low power (1 to 3 W) is recommended for most soft tissue procedures. The use of "High Fluency Technique", for 980 nm diode wavelength developed by Dr Mick Swick, is able to increase power and reduce collateral tissue damage and heat stacking effect by using water irrigation as a cool-

Case 1



ant. The major precaution for any soft tissue laser procedure is to avoid deep penetration of the laser energy, which can cause collateral thermal damage to the underlying bone or adjacent tooth structures, especially when using a non-contact and/or non-initiated tip. Digital pulsed diode laser is the 4th generation of diode laser technology. Dr Claus Neckel compared fibromas excised by the pulsed diode laser with continuous wave diode laser. He demonstrated the substantial reduction in collateral thermal damage histologically with high power (30 W), short pulse (10 μs) with high frequency (10,000 Hz). As melanin is deposited at the basal layer of the

Fig. 1 Pre-op.
Fig. 2 Immediate post-op.
Fig. 3 Pre-op.
Fig. 4 18 months post-op.
Fig. 5 4.5 year post-op.

case_report

mucosa, removal of this pigment by various lasers have been reported by direct ablation (cutting) of the mucosa to this layer. Energy delivery time ranges from 10 to 30 minutes in an area of 1st premolar to 1st premolar of one arch. The technique described in this case series differs from other laser techniques in terms of tissue absorption and procedure time.

Procedure for depigmentation of gingivae

Elxion Claros DPL Laser set at 30 W, 16 μ s, 20,000 Hz; average power close to 10 W.

Under local anaesthesia, a non-initiated 600 μ m fiber delivers the energy at a distance of 2 mm to 5 mm to the pigmented area with constant movement under water irrigation as coolant. There is no direct ablation of the pigmented mucosa but rather the hemoglobin and melanin absorbing the laser energy. Procedure time ranges from two minutes to seven minutes in an area of 1st premolar to 1st premolar of one arch.

Case 1

The procedure took approximately 2 minutes to complete between upper left and right premolar region. 4.5 year post-op showed mild relapse of pigmentation but patient is still happy with the colour. Laser soft tissue crown lengthening was carried out on upper anterior incisors and canines.

Case 2

The procedure took approximately 7 minutes to complete between upper left and right premolar region.

Case 2



Fig. 1_Pre-op.
Fig. 2_1.5 year post-op.

Case 3



Fig. 1_Pre-op.
Fig. 2_3 months post-op.

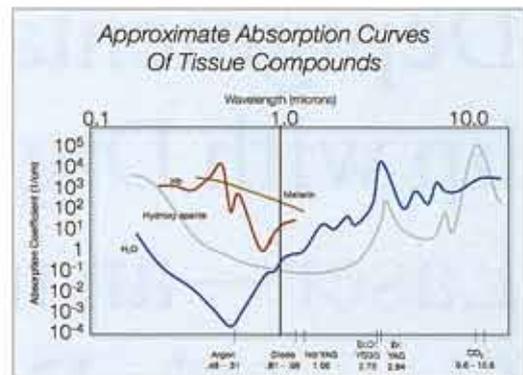


Table 1_Graphic display of chromophores of various wavelengths. The 810 nm diode is indicated.

Case 3

The procedure took approximately 2.5 minutes to complete between lower left and right premolar region. Ceramic crowns replacing all porcelain fused to metal crowns

Procedure for depigmentation of lip

The procedure is the same as for gingival depigmentation. As it took only seconds to complete the procedure, there was no need for water cooling.

Case 4

The procedure took 8 seconds to complete under local anaesthesia.

Case 5

Procedure time: 3 separate visits under topical anaesthetic over 8 months (4 sec, 5 sec, 11sec)

_Case 4

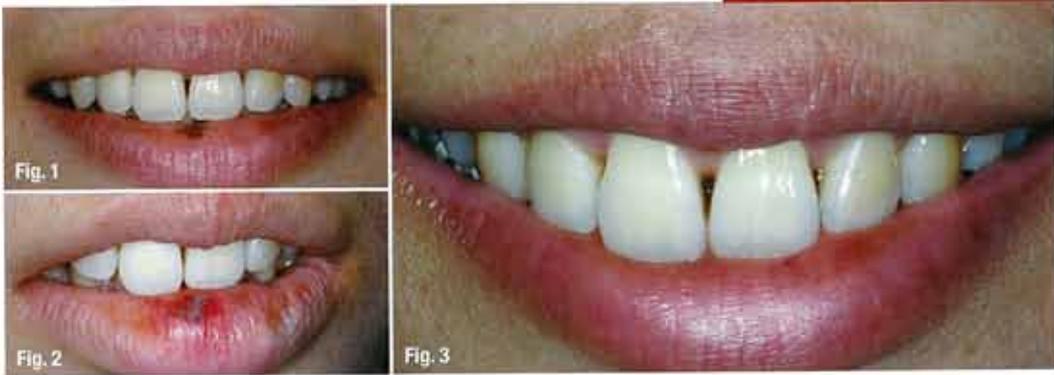


Fig. 1_Pre-op.
Fig. 2_Immediate post-op.
Fig. 3_1.5 year post-op.

_Case 5



Fig. 1_Pre-op.
Fig. 2_6 months post-op.

_Results

There are two possible immediate visual post-op results. In ideal case (Case 1), the mucosa turns pink without any signs of surface mucosal damage. Sub surface coagulation of blood vessels gave a pink coloured appearance. No laser peeling of mucosa was noted post-operative result. Other cases vary in degree of immediate aesthetic improvement or darkening of the pigmented mucosa where absorption by melanin is the dominant. Laser peeling of the mucosa were reported within a few days of treatment. In all cases, there were zero to mild post-op pain. No analgesics were required.

_Conclusion

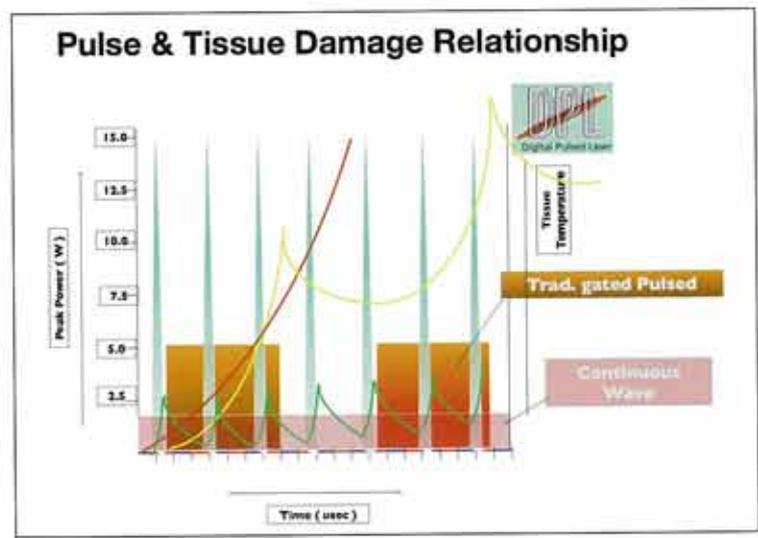
This technique requires specific high power settings. Operator should be aware of tissue interaction during the procedure and adapt accordingly. Long term relapse of the condition is comparable to direct removal of pigment by lasers or other techniques. Pa-

tients were all satisfied with the results. The main advantages with this technique are minimal invasive technique, short procedure time and immediate aesthetic results in some cases.

Advantages	Disadvantages
Minimal invasive technique	Local anaesthetics
Short treatment time	Immediate aesthetic results cannot be achieved in every case
Pain free post-op (Immediate aesthetic results)	Technique sensitive
	Specific power settings not applicable to other diode lasers

_contact laser

**Kenneth Luk BDS; DGDP (UK);
MGD (CDSHK) 2601-4, No. 9**
Queen's Road Central, Hong Kong
Phone: +852/2537 8500
Fax: +852/2537 8509
E-mail: drkluk@mac.com





Der Therapielaser ist auch für eine schnelle Wundheilung einsetzbar: Zustand nach Trauma und neun Tage später bei drei Behandlungen.

Der Diodenlaser als Hard- und Therapielaser

► Frank W. Förster

Indizes: photothermisch, photobiologisch, Dekontamination, Periimplantitis

Mit der Etablierung praxistauglicher und finanzierbarer Laser stellt insbesondere der Diodenlaser ein ideales Einstiegsgerät dar. Ideal deshalb, weil sich die tägliche zahnärztliche Tätigkeit mit Hilfe des Lasers effizienter und schonender gestalten lässt.

1. Einführung

Die zur Verfügung stehenden Wellenlängen von 810 oder 980 nm erlauben uns dabei sowohl den Einsatz als Hardlaser und besonders bei Geräten mit einer Wellenlänge von 810 nm auch den Einsatz als Therapielaser (Synonyma: Softlaser, LLLT-Low-Level-Lasertherapie, Biostimulation). Der Unterschied zwischen Hard- und Therapielaser liegt dabei in der emittierten Leistung, die beim Therapielaser unter $100\text{mW}/\text{cm}^2$ liegen sollte. Die Vielseitigkeit ergibt sich aus den Indikationen für diesen Wellenlängenbereich. Für den Hardlasereinsatz sind das insbesondere die:

- kleine Chirurgie (Fibromentfernung, Frenektomie, Vestibulumplastik)
- Endodontie (Dekontamination),
- Parodontologie (Dekontamination, Deepithelisierung)
- Implantologie bzw. Periimplantitistherapie (Dekontamination, Deepithelisierung)

Die Indikationen für den Therapielaser sind auf Grund der intrazellulären Wirkungsweise breit gefächert:

- Wundheilung (Dolor post extr., Hämatom, post op., MKG-Traumata, Präparationstrauma, Druckstellen)

- Infektionen (Herpes labialis, Aphthen, Gingivitis, Parodontitis, Periimplantitis)
- Funktionelle Störungen (arthrogen und myogen)
- Neurologische Störungen (Nerregeneration)
- Akupunktur (z.B. Würgereizunterdrückung)

2. Wirkungsprinzip von Hard- und Therapielaser (Diodenlaser)

Der Vorteil des Diodenlasers liegt gegenüber anderen Geräten (Festkörper oder Gaslasern) in seinem relativ einfachen technischen Aufbau. Nach Anlegen einer Spannungsquelle wird sofort aus dem Halbleiter Laserstrahlung emittiert, die über ein Lichtleitkabel unmittelbar zur Verfügung steht. Die Indikationsbreite ist dabei leistungsabhängig steuerbar von Dekontamination (Wurzeloberflächen, Wurzelkanäle, Implantatoberflächen) bis zum Schneiden von Gewebe. Besonders durch die Anwendung der digitalen Pulstechnik (DPL) konnte die Schnittgeschwindigkeit erhöht werden, ohne eine übermäßige thermische Schädigung des Gewebes hervorzurufen [1]. Ältere Diodenlaser, die nur im cw-Modus betrieben werden können, sollten heute nicht mehr für die Schnittführung zum Einsatz kommen [12].

Während beim Hardlasereinsatz die **photothermische** Wirkung im Vordergrund steht, ist sie beim Therapielaser eher unerwünscht. Hier soll die **photobiologische** Wirkung, also die Lichtwirkung im Vordergrund stehen. Da die verwendeten Wellenlängen ihr Absorptionsmaximum nicht im Wasser haben, kann die Lichtstrahlung relativ tief, also bis zu 15 mm ins Gewebe eindringen und dort ihre Wirkung entfalten [2]. Die Eindringtiefe hängt von der verwendeten Wellenlänge ab, die in der Regel im sichtbaren bis infraroten Spektralbereich liegt [10]. Besonders wirkungsvoll soll dabei Strahlung zwischen 600 und 850 nm sein, da sie genau

dem in der Atmungskette relevanten Absorptionsniveau entspricht [10]. Neben einigen anderen Effekten kommt es hauptsächlich zu Aktivierungen der Photorezeptoren in der Mitochondrienmembran, wo die dabei freiwerdende Energie zu einer erhöhten ATP-Synthese führt. Der dadurch verbesserte Zellstoffwechsel führt dann zu den nachgewiesenen zellproliferativen, entzündungshemmenden und schmerzlindernden Effekten. Beispielsweise ist die Wundheilung ein stark Energieverbrauchender Prozess. Diese notwendige Energie kann durch die lichtinduzierte erhöhte ATP-Synthese bereitgestellt werden [3].



Abb.1 u. 2: Hochleistungsdiodenlaser der elexxion AG mit integriertem Therapielaser.



Abb.3: Reizfibrom der Wange.



Abb.4: Zustand nach Laserentfernung.



Abb.5: Wundheilung 1 Woche post op.



Abb.6 u.7: stark einstrahlendes Lippenbändchen.



Abb.8: rautenförmige Exzision.



Abb.9: Wundheilung 3 Wochen post.op.



Abb.10 u. 11: präprothetische Korrektur des anterioren Vestiblums.



Abb.12 u. 13: Zustand nach Laser-Pa im IV.Quadrant und eine Woche post op.



3. Klinische Beispiele

Bei den folgenden klinischen Fällen wurde der Diodenlaser *elexxion claros* der Firma *elexxion* mit einer Wellenlänge von 810nm sowohl als Hard- als auch als Therapielaser eingesetzt.

3.1. Hardlaser

3.1.1. Kleine Chirurgie

Mit Hilfe der digitalen Pulstechnik ist auch mit dem Diodenlaser eine gute und schnelle Schnittführung erreichbar, die auf Grund der Absorption dieser Wellenlänge im Hämoglobin von einer guten Blutstillung begleitet wird.

Besonders bei unseren jungen Patienten erweist sich der Einsatz des Diodenlasers also deutlicher Vorteil: Es kommt nur zu einer geringen Blutung, und es ist keine Naht und damit auch kein weiterer Eingriff nötig. Diese Blutungsarmut ermöglicht auch bei präprothetischen chirurgischen Maßnahmen eine schnellere definitive prothetische Versorgung.

3.1.2. Parodontologie

Mit Hilfe des Diodenlasers ist im Gegensatz zum Er-Yag-Laser nur eine unterstützende Parodontaltherapie möglich. Die konventionelle Parodontalbehandlung sollte also möglichst immer ein bis zwei Tage später mit der Lasertherapie gekoppelt sein. Die Zeitverzögerung ist durch das Absorptionsverhalten der Laserstrahlung bei 810 nm begründet. Durch die geringere Blutung nach der Abheilphase ist die dekontaminierende Wirkung effizienter, da die Laserstrahlung nicht vom Blut „geschluckt“ wird. Ziel dieser Behandlung ist die Dekontamination der Wurzeloberfläche und der Tasche sowie eine schonende Deepithelisierung, was als Voraussetzung für ein erfolgreiches Reattachement angesehen wird [4, 13].

3.1.3. Periimplantitistherapie

Eine Periimplantitis stellt die entzündliche, pathologische Veränderung am periimplantären Weich- und/oder Hartgewebe eines osseointegrierten Implantates dar. Das mikrobiologische Milieu um ein Implantat mit Periimplantitis ähnelt dem bei Parodontopathien natürlicher Zähne [5]. Allein in Deutschland werden jährlich ca. 600.000 Implantate inseriert und das mit steigender Tendenz [6]. Selbst wenn es uns gelingt, konsequente Prophylaxestrategien in unseren Praxen zu etablieren, wird eine zunehmende Zahl periimplantärer Erkrankungen das tägliche Praxisgeschehen bestimmen. Das kann und wird nur in den wenigsten Fällen dann die Arbeit spezialisierter implantologischer Praxen sein, sondern muss von den „Hauszahnärzten“ bewältigt werden. Je nach Beteiligung des periimplantären Knochens wird dabei

entweder von einer periimplantären Mucositis bzw. Periimplantitis gesprochen [6, 11]. Neben der konventionellen Behandlung kann hier eine adäquate und nachhaltige Therapie durch den Diodenlaser erfolgen. Da die mikrobielle Kolonisation eine der wichtigsten Ursachen für die periimplantäre Erkrankung ist [7], stellt die laserunterstützte Dekontamination der Implantatoberfläche und periimplantären Region eine effiziente, aber gleichzeitig schonende Behandlungsmöglichkeit dar. Je früher dabei diagnostiziert und therapiert wird, umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit des Übergangs der Mucositis in eine Periimplantitis. Eine effektive Unterstützung leistet darüber hinaus eine spezielle Form des Therapielasers, die photodynamische Therapie [11].

3.1.4. Endodontie

Die Ursache für die häufigen Therapieversager bzw. Rezidive bei konventioneller endodontischer Behandlung ist zum einen die stabile äußere Membran des *Enterococcus faecalis* und zum anderen dessen Nichterreichbarkeit durch die derzeit empfohlenen Spüllösungen und medikamentösen Einlagen in der Tiefe der Dentinkanälchen. Die hohe Eindringtiefe des Laserlichtes und die irreversible Schädigung der Bakterienmembran ergibt eine Keimfreiheit des verzweigten Kanalsystems, die dann dem eigenen Immunsystem ermöglicht, größere periapikale Veränderungen auszuheilen. Dies verringert wiederum die Notwendigkeit chirurgischer Eingriffe deutlich. Die bakterizide Wirkung des Diodenlasers ist in vielen In-vitro- und In-vivo-Studien nachgewiesen [2, 8]. Da für den Problemerkem *E. faecalis* eine unzureichende Wirkung der Calciumhydroxidpräparate als gesichert gilt [9] und durch das in die Seitenkanäle eingedrungene und verbliebene Medikament die Laserwirkung abgeschwächt wird, verwenden wir in unserer Praxis seit geraumer Zeit nur noch CHX-Gel als medikamentöse Einlage.



Abb. 14 u. 15: Periimplantäre Mucositis und Laserbehandlung.



Abb. 16: reizfreier Zustand nach der Aushellphase.

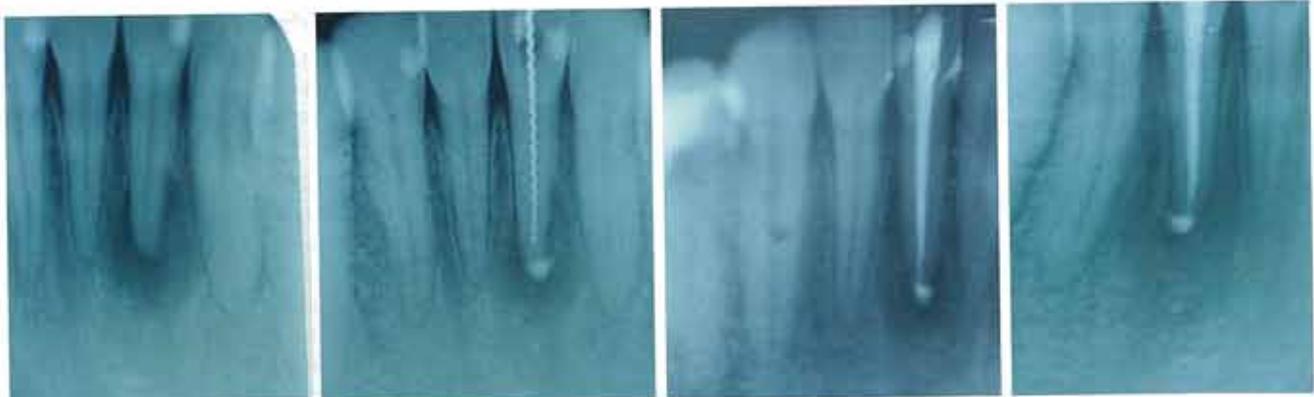


Abb. 17 a-d (v.li.): Ausgedehnte periapikale Osteolyse unterer Frontzahn – Messaufnahme mit hier noch verwendetem, überstopften Calciumhydroxid und zweimaliger Laserbehandlung – deutliche Verkleinerung des periapikalen Prozesses nach dritter Laserbehandlung und Wurzelfüllung – weitere Stabilisierung des Behandlungsergebnisses nach drei Monaten.

3.2. Therapielaser

Die folgenden Bildsequenzen zeigen einige anschauliche Beispiele der Wirkung des Therapielasers:

- 3.2.1. Herpesbehandlung (Abb. 18 und 19);
- 3.2.2. Aphthenbehandlung (Abb. 20 und 21);
- 3.2.3. Gingivostomatitis aphthosa (Abb. 22 bis 24)

3.2.4. Wundheilung

Berlin ist wie viele Großstädte eine Stadt der Fahrradfahrer, weshalb in unsere Praxen leider auch gehäuft Patienten mit dentoalveolären Traumata kommen, meist in Verbindung mit extraoralen Verletzungen. Auch hier lässt sich der Therapielaser vorzüglich für eine schnellere Wundheilung einsetzen.

4. Zusammenfassung

Trägt man sich mit dem Gedanken, die Lasertherapie in seiner Praxis etablieren zu wollen, ist der Diodenlaser, idealerweise gekoppelt mit einem Therapielaser, ein geeignetes Einstiegsgerät. Die Technologie ist ausgereift, die Handhabung ist beherrschbar und die Anschaffungs- und Unterhaltungskosten sind überschaubar. Wir führen keine neuen Therapien mit dem Laser ein, er unterstützt unsere tägliche Arbeit, macht sie effizienter und erhöht das Renommee der Praxis. Nicht zu unterschätzen ist die Tatsache, dass wir damit ein Verfahren zur Verfügung haben, welches entschei-



Abb. 18 u. 19: Herpes labialis und deutliche Eintrocknung und Symptombefreiung nach zweimaliger Laserbehandlung.



Abb. 20 u. 21: ausgedehnte aphthöse Läsion am weichen Gaumen und nach drei Laserbehandlungen.



Abb. 22 bis 24: Jugendliche Patientin mit ausgeprägter Stomatitis vor und nach Therapielaserbehandlung.

dend die bakterielle Resistenzentwicklung stoppt und dabei nahezu nebenwirkungsfrei ist.

Auch wenn die Arbeit mit dem Diodenlaser unkompliziert ist, sind Kenntnisse über die Entstehung und Wirkung des monochromatischen Lichts unabdingbar, um die Indikationsbreite nicht zu überschreiten und die Sicherheitsbestimmungen einzuhalten. Ausbildungsangebote, die fundiertes theoretisches Grundlagenwissen und praktische Unterweisungen an den verschiedenen Wellenlängen anbieten, stehen zur Verfügung.

Dem Laser mit seinen unterschiedlichen Wellenlängen und Indikationen gehört die Zukunft in den Praxen, es liegt an uns, wie lange dieser Prozess dauern wird. In unserer Praxis ist er täglich im Einsatz!

DR. MED. FRANK WOLFGANG FÖRSTER

Zahnarztpraxis
Diedenhofer Str. 12, 10405 Berlin

► LITERATUR

- [1] Bach G: Laserzahnheilkunde. Spitta-Verlag 2007, S. 101-103
- [2] Moritz A et al.: Orale Lasertherapie. Quintessenz-Verlag 2005, S. 525-526
- [3] Warnke U: Am Anfang war das Licht. Physikalisch-physiologische Grundlagen zu Licht- und Lasereffekten in der Therapie. Handbuch Laserzahnheilkunde, Oemus-Media AG Leipzig 2005, 10-16
- [4] Wittschieber M: Aktueller Stand der Lasertherapie, Vortrag Lasersymposium Berlin 21.10.2006
- [5] 3. Europäische Konsensuskonferenz, Teamwork J Cont Dent Educ, S.144
- [6] Kowolik J: Prophylaxe, Diagnostik und Therapiemodule perimplantärer Erkrankungen. zm 98, Nr.12, 40-46 (2008)
- [7] Schwarz F et al.: Aktuelle Aspekte zur laserunterstützten Reosseointegration endossaler Titanimplantate. Zeitschrift für Laserzahnheilkunde 3, 131-141 (2005)
- [8] Gutknecht N et al.: Der Diodenlaser und seine bakterizide Wirkung im Wurzelkanal - eine In-Vitro-Studie. Endodontie 3, 217-222 (1997)
- [9] Hopp M et al.: Lasereinsatz in der Endodontie (II) – Laserassistierte Wurzelkanalbehandlung. Z Laserzahnheilk 3, 49-63 (2006)
- [10] Wilden L, Karthein R: Der Wirkungsmechanismus von Low-Level-Laser-Strahlung auf Zellen. Laserzahnheilkunde Handbuch 05, S.33-39, Oemus-Verlag
- [11] Neugebauer J et al.: Die frühe Perimplantitis-Therapie zur Sicherung des Langzeiterfolges, ZMK 23, 384-388 (2007)
- [12] Bach G: Konventionelle Diodenlaser versus Hochpulstechnik. Laser Journal 18-20 (2008)
- [13] Soibelman M u M: Parodontaltherapie mit dentalen Lasern. Laser Journal 22-23 (2008)

Der Laser – ein rückgekoppelter optischer Verstärker in Selbsterregung

Die Frage nach der Funktionsweise eines Lasers lässt sich kurz und bündig beantworten: Ein Laser ist ein rückgekoppelter optischer Verstärker in Selbsterregung. Der in diesem Satz zusammengefasste Sachverhalt wird im Weiteren in elementarer und stark verkürzter Weise erläutert.

PROF. DR. AXEL DONGES/ISNY IM ALLGÄU

Optischer Verstärker

Wir betrachten zunächst einen isolierten optischen Verstärker. Ein optischer Verstärker bewirkt folgendes: Fällt eine Lichtwelle mit der Amplitude E_0 auf den Eingang eines optischen Verstärkers, so tritt am Ausgang eine Lichtwelle mit der größeren Amplitude $v_0 E_0$ aus (Abb. 1). v_0 heißt Einwegverstärkung des optischen Verstärkers. Eine mögliche Phasenverschiebung der Lichtwelle beim Verstärkungsprozess bleibt im Weiteren zur Vereinfachung unberücksichtigt. Zur physikalischen Realisierung des Verstärkungsprozesses wird die so genannte induzierte Emission ausgenutzt. Diese setzt ein quantenmechanisches System (Atom, Molekül oder Festkörper) voraus, das sich im angeregten Zustand E_2 befindet (Abb. 2). Trifft nun Licht mit einer Frequenz von $f = \Delta E/h$ ($\Delta E = E_2 - E_1$; energetischer Abstand der beiden atomaren Niveaus, $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Js: Plancksche Konstante) auf das System, so geht es in den Zustand mit der niedrigeren Energie E_1 über. Dabei strahlt das System Licht ab (induzierte Emission). Das emittierte Licht besitzt die gleichen Eigenschaften (bezüglich Frequenz, Ausbreitungs- und Polarisationsrichtung) wie das eingestrahlte Licht. Im Teilchenbild des Licht formuliert man diesen Sachverhalt wie folgt: Ein eingestrahktes Photon trifft auf das angeregte

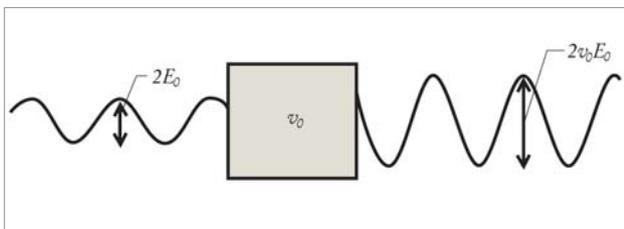


Abb. 1: Darstellung eines optischen Verstärkers als Black Box.

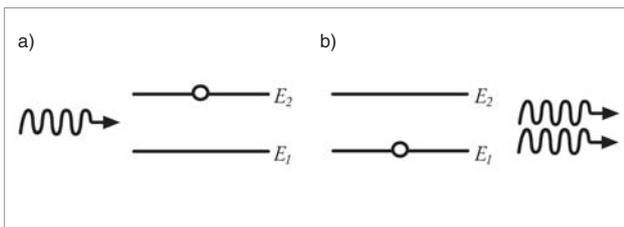


Abb. 2: Schematische Darstellung der induzierten Emission. a) Das System befindet sich vor der induzierten Emission im energetischen Zustand E_2 b) Das System befindet sich nach der induzierten Emission im energetischen Zustand E_1 .

System (Energiezustand E_2), wodurch ein weiteres, identisches Photon erzeugt wird. Aus Gründen der Energieerhaltung geht das System dabei in einen niedrigeren Energiezustand E_1 über. Ein optischer Verstärker besteht letztendlich aus einer Vielzahl von angeregten Atomen bzw. Molekülen, die in einer linearen Struktur (z. B. dünnes Rohr) angeordnet sind. Sind diese Atome bzw. Moleküle invertiert, d. h. sind mehr Atome oder Moleküle im Zustand E_2 als im Zustand E_1 , so findet Lichtverstärkung statt, sofern das Licht die Resonanzfrequenz $f = \Delta E/h$ besitzt. Der Verstärkungsfaktor wird am größten, wenn das Licht parallel zur Richtung der größten Ausdehnung des optischen Verstärkers läuft (Abb. 3). Neben der induzierten Emission gibt es auch die spontane Emission. Dabei geht ein Atom oder Molekül ohne Einfluss von außen in einen niedrigeren Energiezustand über und emittiert dabei ein Photon. Diese Art von Lichterzeugung dominiert bei gewöhnlichen Lichtquellen. Sie spielt beim Laser nur eine untergeordnete Rolle.

Rückgekoppelter optischer Verstärker

Ein Verstärker wird zu einem rückgekoppelten Verstärker, wenn ein Teil des Ausgangssignals wieder an den Eingang des Verstärkers zurückgeführt wird. Im Fall eines optischen Verstärkers wird die Rückkopplung mithilfe von Spiegeln (dem so genannten Resonator) realisiert (Abb. 4). Auf diese Weise wird erreicht, dass zumindest ein Teil des Lichts mehrmals den optischen Verstärker durchläuft. Für die weitere Diskussion wird angenommen, dass das rückgekoppelte Licht, das erneut den optischen Verstärker durchläuft, in Phase mit dem gerade einfallenden Licht ist. Dies ist genau dann der Fall, wenn der Abstand L der beiden Spiegel und Wellenlänge λ des Lichts die Resonanzbedingung $2L = n\lambda$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) (2) erfüllen. Alle durch den optischen Verstärker laufenden Wellen sind dann in Phase und interferieren konstruktiv, d. h. das Ausgangssignal wird maximal.

Rückgekoppelter optischer Verstärker in Selbsterregung

Jeder rückgekoppelte Verstärker kann instabil werden. In diesem Fall liefert der rückgekoppelte Verstärker auch

dann ein Ausgangssignal, wenn gar kein Eingangssignal angelegt wird. Man spricht, da kein äußeres erregendes Eingangssignal benutzt wird, auch von Selbsterregung. Der rückgekoppelte Verstärker arbeitet dann als Oszillator. Dieser Fall soll im Weiteren zunächst an einem Beispiel aus der Akustik erläutert werden. Jedem Leser dürfte das folgende Beispiel bekannt sein: Eine Lautsprecheranlage, wie sie beispielsweise bei Rockkonzerten verwendet wird, kann auch ohne Eingangssignal einen sehr unangenehmen, lauten Pfeifton emittieren. Ein Teil der vom Lautsprecher (Ausgang) abgestrahlten Schallwelle gelangt über Reflexionen (Rückkopplung) wieder an das Mikrofon (Eingang) und wird erneut verstärkt (Abb. 5). Auf diese Weise, genügend Rückkopplung und Verstärkung vorausgesetzt, kann ein Pfeifton, auch ohne Eingangssignal, erzeugt werden. Die Analogie drängt sich förmlich auf: Ein Laser ist nicht anderes als ein rückgekoppelter optischer Verstärker, der wie eine Lautsprecheranlage, ohne Eingangssignal ein Ausgangssignal liefert. Der Pfeifton beim rückgekoppelten akustischen Verstärker entspricht der emittierten Lichtwelle des Lasers.

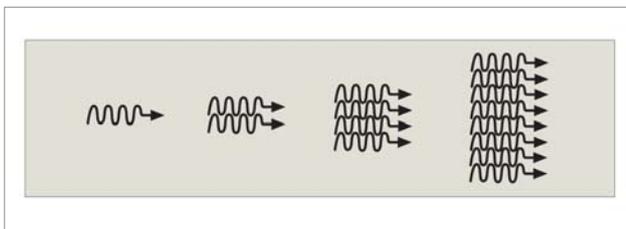


Abb. 3: Schematische Darstellung eines optischen Verstärkers. Die Anzahl der Photonen wächst lawinenartig an. Die größte Verstärkung wird in der Richtung erzielt, in der der Weg der Photonen maximal wird. Außerdem muss die Frequenz des Lichtes $f = \Delta E/h$ betragen.

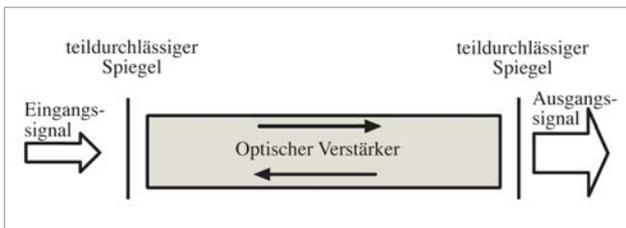


Abb. 4: Schematische Darstellung eines optischen Verstärkers mit Rückkopplung. Die Ausgangswelle wird besonders intensiv, wenn die Resonanzbedingung $2L = n\lambda$ erfüllt ist (Resonanz).

Damit der rückgekoppelte optische Verstärker instabil – also zu einem Oszillator – wird, muss lediglich für eine ausreichende Verstärkung und Rückkopplung gesorgt werden. Damit der emittierte Laserstrahl nur in eine Richtung läuft, wird im Gegensatz zu Abbildung 4, nur einer der beiden Spiegel teiltransparent gewählt. Die Frequenz des Laserstrahls wird im Wesentlichen durch die Energieniveaus der Atome bzw. Moleküle des optischen Verstärkers definiert (siehe Gl. [1]). Im Wort LASER spiegelt sich der Entstehungsprozess des Laserlichts, die induzierte Emission (engl.: stimulated emission), wider. LASER ist ein Akronym, das aus der Abkürzung „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation“ gebildet wurde.

Einschwingverhalten

Durch den teildurchlässigen Auskoppelspiegel verlassen ständig Photonen den Laser. Die ausgekoppelten Photonen werden im stationären Laserbetrieb ständig durch induzierte Emission neu erzeugte Photonen kompensiert, sodass sich ein Laserstrahl mit konstanter Leistung ergibt. Unmittelbar nach dem Einschalten des Lasers ist die Situation natürlich anders: Die Zahl der Photonen ist noch gering und der optische Verstärker noch „unverbraucht“. Deshalb werden zunächst einige spontan emittierte Photonen sich durch induzierte Emission stark vermehren. Mit zunehmender Photonenanzahl wird der optische Verstärker gesättigt, da die vielen induzierten Emissionen zu einer Abnahme der Inversion führen. Irgendwann ist die Verstärkung so weit abgesunken, dass die Rate der erzeugten Photonen die Rate der ausgekoppel-

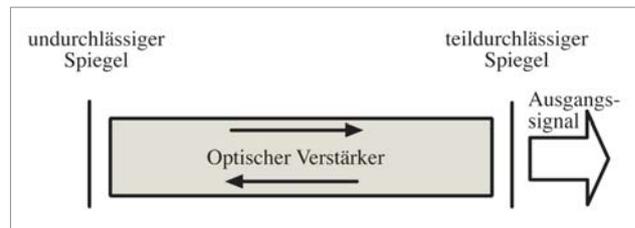


Abb. 6: Ein rückgekoppelter optischer Verstärker in Selbsterregung emittiert eine Lichtwelle (Laserstrahl), ohne dass ein Eingangssignal vorliegt.

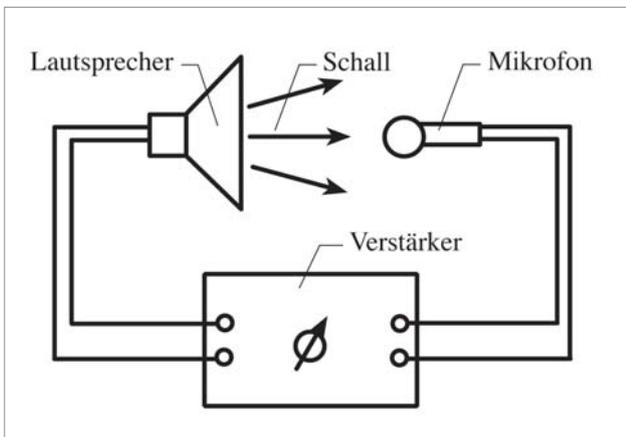


Abb. 5: Schematischer Aufbau einer Lautsprecheranlage.

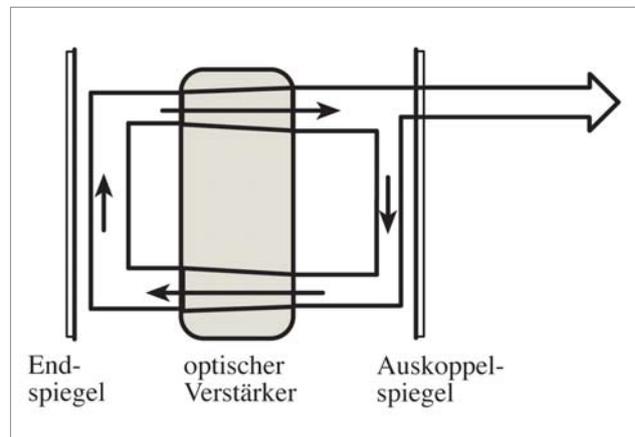


Abb. 7: Schematische Darstellung des „Lichtkreislaufs“ in einem Laser.

ten Photonen gerade kompensiert: Der Laser emittiert dann einen Laserstrahl mit konstanter Leistung.

Zusammenfassung

Ein Laser ist ein rückgekoppelter optischer Verstärker in Selbsterregung. Der Lichtverstärkungsprozess basiert auf der induzierten Emission. Damit Selbsterregung eintreten kann, muss die Verstärkung so groß sein, dass die Auskoppelverluste überkompensiert werden. Spontan emittierte Photonen mit der Frequenz $f = \Delta E/h$ werden sich im Laser dann durch induzierte Emission vermehren, sofern zusätzlich die Resonanzbedingung $2L = n\lambda$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) erfüllt ist. Durch die ständig anwachsende Photonenzahl wird der Verstärker gesättigt, d. h. sein Verstärkungsfaktor sinkt asymptotisch. Schließlich wird ein stationärer Zustand erreicht, bei dem genau so viele

Photonen pro Zeiteinheit erzeugt wie ausgekoppelt werden. Der nicht mehr endende Kreislauf des Lichts im Resonator, die partielle Auskopplung des Lichts aus dem Resonator und die zur Kompensation der Auskoppelverluste notwendige optische Verstärkung sind in Abbildung 7 symbolhaft dargestellt.

Literatur

- A. Donges: Physikalische Grundlagen der Lasertechnik. Heidelberg: Hüthig-Verlag (2000).
- A. Donges: Laser – eine ganz besondere Lichtquelle. In: RAAbits Physik (Gesamtausgabe), Stuttgart: Raabe-Verlag (2005), II/D S. 1–20.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Axel Donges
 Fachhochschule und Berufskollegs NTA
 Seidenstr. 12–35, 88316 Isny im Allgäu

Verfahrensanleitung für Laser im Rahmen eines QM-Systems

Zur Integration des Lasers elexxion Claros in die Praxisabläufe unserer Praxis und in unser Qualitätsmanagementsystem wurden folgende Verfahrensabläufe beschrieben: Laser, Umgang und Pflege – Allgemeine Beschreibung der Laseranwendung. Personalunterweisung Laserstrahlungsvorlage für die jährliche Unterweisung. Softlaser, klinisches Vorgehen – Eine Anleitung für die eingewiesene ZFA und Laserbleaching, klinisches Vorgehen – Eine Anleitung sowie LASER Patienteninformation.

DR. MARTIN NÄGELE/TENINGEN

Laser, Umgang und Pflege

Sachgemäßer Umgang mit dem Lasergerät dient dazu, es für den Einsatz in einem einwandfreien Zustand zu halten, eine möglichst lange Lebensdauer zu garantieren und Unfälle zu verhindern.

Übersicht

Zu den Lasergeräten, die in der zahnärztlichen Praxis Anwendung finden, zählen:

- Softlaser (Energiewerte im Milliwatt-Bereich)
- Hardlaser (Energiewerte im Watt-Bereich)

Gesetzliche Vorschriften (gelten nur für den Hardlaser)

- Einweisung des Betreibers in die sichere Handhabung
- Bestellung eines Laserschutzbeauftragten gemäß § 6 der BGV B2 „Laserstrahlung“, Nachweis der Fachkunde als Laserschutzbeauftragter und Meldung bei der Berufsgenossenschaft
- Meldung des Betriebs des Lasers beim Gewerbeaufsichtsamt

- Klassifizierung der Lasereinrichtung gem. Gefährdungspotenzial
- Einweisung des Personals über die Arbeitsmethoden anhand der Gebrauchsanweisung und sicherheitstechnischen Informationen (Nachweis im Medizinproduktebuch) und Personalunterweisung 1x jährlich
- Geräte müssen 1x jährlich durch den Hersteller oder eine vom Hersteller autorisierte Stelle sicherheitstechnisch überprüft werden.
- es ist ein Medizinproduktebuch zu führen und Geräte müssen im Gerätebestandsverzeichnis eingetragen sein.

Anwendung

Um den sicheren und effektiven Einsatz eines Lasers zu gewährleisten, werden im Folgenden die notwendigen Arbeitsschritte bei der Inbetriebnahme beschrieben (s. Tabelle).

Vorgabedokumente

Personalunterweisung Laserstrahlung.

Bereitstellen des Gerätes	<ol style="list-style-type: none"> Arbeitsplatzvorbereitung: Laser-Gerät Laser-Schutzbrillen, mind. 3 Stück (für Patient, Behandler und Assistenz), ggf. 4. Brille für Begleitperson Laser-Handstück und Faser-Set Schalter für Warnblinklicht Aufsetzen von Faser und Handstück je nach Anwendung
Betrieb	<ol style="list-style-type: none"> Aufsetzen der Laserschutzbrillen (alle im Raum Anwesenden) Anschalten der Laserwarnlampe Einschalten des Gerätes und des Displays Programmauswahl Mit Absaugung arbeiten (Geruchsentwicklung) Anwendung des Lasers
Ende des Betriebes	<ol style="list-style-type: none"> Ausschalten des Gerätes und der Laserwarnlampe Reinigung und Desinfektion des Gerätes Abnehmen des Faserkopfes bzw. des Handstücks Reinigung und Sichtprüfung der Faser, ggf. Anschleifen oder Austauschen, anschließend Sterilisation im Autoklaven

Nachweisdokumente

Prüfungsprotokoll (jährlich) der sicherheitstechnischen Kontrolle durch den Hersteller im Medizinproduktebuch.

Nachweis der Personalunterweisung Laserstrahlung (jährlich)

Mitgeltende Dokumente

Bedienungsanleitung

Laserschutzverordnung

Personalunterweisung: Laserstrahlung nach BGV B2 elnexion claros Sicherheitsbestimmungen

Schutz- und Sicherheitsbestimmungen für Laser-Klasse 4

Während des Betriebs müssen alle Personen im Raum geeignete Schutzbrillen tragen. Der Raum muss durch entsprechende Warnschilder und eine Signalleuchte gekennzeichnet sein. Es dürfen keine spiegelnden Instrumente zusammen mit dem Laser verwendet werden. Es dürfen keine brennbaren Flüssigkeiten mit der Laserstrahlung in Kontakt kommen. Hilfsmaterialien und Abdeckungen müssen schwer entflammbar sein. Es müssen Vorkehrungen gegen Brand und Explosion getroffen werden.

Gesetzliche Bestimmungen

- Das Lasersystem muss 1x jährlich einer sicherheitstechnischen Kontrolle unterzogen werden (elnexion meldet sich in der Praxis an).
- Benennung des Laserschutzbeauftragten
- Bekanntgabe des Auslegeorts der Gebrauchsanweisung

Einweisung anhand der Gebrauchsanweisung

Einweisung über mögliche Gefahren

- Gefährdungen betreffen in erster Linie die Augen und die Haut
- Bei unsachgemäßer Anwendung können Brand- und Explosionsgefahr sowie toxische Abgase entstehen.

Softlaser-Therapieanwendung

Behandlung zur Schmerzreduktion und Biostimulation durch die ZFA

- ATP-Produktion in den Zellen wird um das ca. vierfache beschleunigt
- Endorphine werden ins bestrahlte Gebiet transportiert
- sofortige Linderung von Schmerz
- Beschleunigung der Wundheilung
- Beschleunigung der Resorption
- Vermeidung von Ödemen

Indikationen und Vorgehensweisen

Aphthen, wenn möglich direkt bestreichen, Aphthe schmilzt ein, zwei bis drei Behandlungen.

Dekubitus: direkt auf die Druckstelle, lindert sofort den Schmerz.

Dolor post: sofort nach Extraktion ins Wundgebiet, schnellere Wundheilung.

Granulome: möglichst nah bestrahlen, schnelle Abheilung, ein bis zwei Behandlungen.

Hämatome: möglichst nah bestrahlen, beschleunigte Resorption, ein bis zwei Behandlungen.

Herpes labialis: möglichst nah bestrahlen, Bläschen trocknen, Spannung lässt nach, zwei bis drei Behandlungen.

Ödeme: Spannung lässt sofort nach, schnelle Resorption, zwei bis drei Behandlungen.

Schmerzen allgemein: möglichst nah auf das Schmerzzentrum halten.

Wundheilung: ATP-Prozess wird um das ca. vierfache beschleunigt.

WSR-Wundbehandlung: direkt im Apexbereich ansetzen, vermeidet Ödeme.

Vorbereitung des Lasers (nur Therapielaser)

- Assistentinnen Key-Card in den dafür bestimmten Einschub außen rechts am Gerät stecken
- Therapie-Laser Handstück Claros ergoT8 mit dem rückwärtigen Handstückteil verbinden, Entriegelungsring einrasten lassen. Der Glasstab ist am Anschlag
- Indikation aussuchen
- Immer Brillen aufsetzen und Warnblinklampe anschalten!
- Start drücken und Therapie mit Fußschalter starten

Nach der Laseranwendung

- Stopp drücken
- Brillen absetzen und Warnblinklampe ausschalten
- Gerät ausschalten
- Haltering nach hinten ziehen und das Handstück mit GlasstabT8 zur Reinigung und Desinfektion herausnehmen.



Laserbleaching

Patientenaufklärung

Trayvorbereitung

- Spiegel, Sonde, Pinzette, Spatel, Pinsel
- Fotoapparat, Handspiegel
- Pulverstrahlgerät
- Farbring Vita umsortiert B1 A1 B2 D2 A2 C1 C2 D3 A3 D4 B3 A3,5 B4 C3 A4 C4
- Wangen-/Lippenhalter, Watterollen, Sauger
- Vaseline für Lippen, Quickdam Gingiva Schutz (Kool-Dam)
- Elexion Laser mit T8 Handstück
- Bleichmittel (EasyWhite)
- Fluoridlack

Zahnfarbe

- Ausgangszahnfarbe bestimmen
- ggf. Fotodokumentation mit der entsprechenden Zahnfarbe der VITA Skala

Patienten-Check

- vorhandene Füllungen auf Dichtigkeit überprüfen
- Zähne auf bestehende Sensibilitäten überprüfen, alle sensiblen Stellen später mit Gingivaschutz abdecken

Anrühren des Bleichgels (Easywhite)

- Gummihandschuhe und Laserschutzbrille anziehen
- Pulver in das Anmischdöschen vorlegen, dann so viel Bleichflüssigkeit zutropfen, bis das Pulver gerade vollständig benetzt ist. Gut durchmischen. Die Paste ist jetzt gebrauchsfertig.
- Das Töpfchen außer bei der Anwendung verschlossen halten.

Vorbereiten des Patienten

- Laserschutzbrille aufsetzen
- Airflow der zu bleichenden Zähne
- Wangenexpander einsetzen
- Vaseline auf Lippen auftragen, ohne Vaseline auf Zähne oder Zahnfleisch zu bringen
- ACHTUNG: Während der ganzen Behandlung darf der

Patient den Mund auf keinen Fall öffnen, weil sonst die Lippen mit Bleichgel in Berührung kommen.

- Zähne und Zahnfleisch trocken blasen, damit der Gingivaschutz gut hält. GENERELL: Das Auftragen des Gingivaschutzes gehört mit zu den wichtigsten Maßnahmen, um den Patienten die Bleichbehandlung so angenehm wie möglich zu machen
- Gingivaschutz entlang des Übergangs Zahn zu Zahnfleisch so auftragen, dass das Zahnfleisch bedeckt und der Übergang komplett dicht ist.
- Sensibilitätspunkte mit Gingivaschutz abdecken
- mit der Polymerisationslampe im Abstand von 10 cm aushärten
- Abschlusskontrolle
- die Innenseiten der Lippen mit Vaseline bestreichen, ohne die Zähne zu berühren

Auftragen des Bleichgels

- Speichel absaugen und Zähne nochmals trocken blasen
- Eckzähne und stärker verfärbte Zähne zuerst mit Gel bestreichen, um eine spätere Bleichung zu erreichen.
- Gel sorgfältig auf alle zu bleichenden Zähne auftragen, sodass eine dünne (ca. 1–2 mm dicke) homogene Schicht entsteht. Auch die Zahnzwischenräume und Schneidekanten bestreichen. Devitale Zähne können auch bestrichen werden.
- Kronen, Veneers oder anderer Zahnersatz nicht bestreichen.
- ACHTUNG: Direkte Berührung von Gel oder mit Gel getränkten Gegenständen vermeiden

Lasereinsatz (Zahnarzt)

- Menüpunkt Hartschicht und Unterpunkt Bleaching anwählen
- Gel ca. fünf Minuten auf den Zähnen belassen
- je Zahn mit dem Laserlicht bestrahlen: Dauer eines Zyklus 15 sec
- Patienten nochmals daran erinnern, den Mund wegen der Berührungsgefahr mit dem Gel nicht zu öffnen.
- eine ZFA hält sich ständig beim Patienten auf

Absaugen des Bleichgels und Zwischen-Check

- Gel mit dem kleinen Sauger ohne Schutzkappe vorsichtig von den Zähnen absaugen. Den Schlauch zwischendurch unbedingt mit Wasser durchspülen. Das am Schlauch befindliche Bleichgel darf nicht mit der Mundschleimhaut in Kontakt kommen
- kein Wasser zum Absprühen des Gels nehmen, weil dadurch der Bleichprozess unterbrochen würde und sich der Gingivaschutz ablösen könnte
- erreichtes Bleichergebnis überprüfen
- ggf. Bleichgel erneut auftragen und die vorher genannten Schritte wiederholen

Letzter Zyklus

- maximal drei Bleichzyklen durchführen
- das Gel weitere fünf Minuten auf den Zähnen belassen
- bei gutem Ergebnis: Bleichgel entfernen wie oben beschrieben, zum Schluss Wasserspray und großen Sauger verwenden
- sollte der Patient jetzt Flüssigkeit verschlucken, ist dies nicht gefährlich
- Gingivaschutz mit der Sonde lösen
- Wangenexpander entfernen und Patienten kräftig mit Wasser spülen lassen
- Kontrolle: Reste des Gingivaschutzes entfernt?
- Absetzen der Schutzbrille

Erfolgskontrolle und Dokumentation

- Kontrolle der neuen Zahnfarbe mit einem Handspiegel und Vergleich mit der „alten“ VITA Zahnfarbe
- ggf. Foto
- Kontrolle, ob Füllungen an die neue Zahnfarbe angepasst werden müssen

Nachbehandlung und Verhaltensinstruktion

- Fluoridierung mit Elmex Fluid (ggf. mit Laseraktivierung)
- Nach der Behandlung eine Stunde nichts essen oder trinken und nicht rauchen.
- Genuss von stark färbenden Nahrungsmitteln (z.B. Rotwein, Kaffee, Tee, rote Säfte...) in den nächsten Tagen vermeiden.
- zwei Wochen jeden Abend Elmex fluid auftragen

Laser Patienteninformation

Was ist ein Laser?

Laserlicht ist Licht einer bestimmten Wellenlänge. Der gebündelte Lichtstrahl ist Energie in konzentrierter Form. Laser werden seit vielen Jahren erfolgreich in der Medizin und Zahnmedizin eingesetzt. Die Anwendung sorgt durch seine schonende Arbeitsweise für große Therapieerfolge.

Wie funktioniert der Laser?

Mithilfe der gebündelten Lichtstrahlen wird punktuell und gezielt Energie freigesetzt, die so eine exakte und sehr schonende Behandlung ermöglicht.

Welche Behandlungen können mit dem Laser durchgeführt werden?

Zahnfleischbehandlung

Bei der Behandlung der Parodontitis (Zahnfleischentzündung) wird die stark desinfizierende Wirkung des Laserlichts genutzt. Das Laserlicht reduziert die Anzahl der Keime, die die Erkrankung verursachen. Der Laser wirkt auch in schwer zugänglichen Bereichen, sodass oft auf eine chirurgische Behandlung der Parodontitis verzichtet werden kann. Es ist wissenschaftlich nachgewiesen, dass die Behandlung mit Laser sehr erfolgreich ist und ggf. sogar die Knochenneubildung fördert. Gleiches gilt für die Behandlung der Periimplantitis (Entzündung am Implantat).

Chirurgie

Das Schneiden mit dem Laser ist weniger schmerzhaft als der Schnitt mit dem Skalpell, daher wird eine weniger tiefe Betäubung benötigt. Kleine Gefäße werden gleichzeitig verschweißt, das vermindert die Stärke der Blutung. Postoperativ sind geringe bis gar keine Beschwerden zu erwarten. Die Abheilung erfolgt reizlos und mit geringer Narbenbildung. In den meisten Fällen kann auf eine Naht ganz verzichtet werden.

Wundheilung

Die Anwendung des Softlasers (das ist Laserlicht mit geringerer Energie) führt fast sofort zu Schmerzfremheit und fördert die Heilung.

Wurzelkanalbehandlung

Mit dünnen Lichtleitern wird das Laserlicht in den Wurzelkanal appliziert. Bakterien im Wurzelkanal und in den Seitenkanälchen, die sonst schwer zu beseitigen sind, werden sicher erreicht und abgetötet. Klinische Studien beweisen, dass wurzelbehandelte Zähne länger halten, schneller schmerzfrei sind und somit eine deutlich verbesserte Prognose aufweisen.

Aphten und Herpes

Die Anwendung des Softlasers (das ist Laserlicht mit geringerer Energie) führt fast sofort zu Schmerzfremheit und fördert die Heilung.

Behandlung überempfindlicher Zahnhälse

Die unangenehme Heiß-Kalt-Empfindlichkeit kann mit dem Laser erfolgreich therapiert werden. Der Laser versiegelt die freie Zahnoberfläche lang anhaltend und sanft.

Bleaching

Die Zahnaufhellung in einer Sitzung ist mit dem Laser durchführbar und eine echte Alternative zu anderen zeit- aufwändigeren Verfahren ...
... und vieles mehr.

Korrespondenzadresse:

*Dr. Martin Nägele, Reetzenstr. 3, 79331 Teningen
Tel.: 0 76 41/74 40, Fax: 0 76 41/57 07 65*

Kenneth Luk, BDS, DGD
Hong Kong



Kenneth Luk, BDS,
DGD

CLINICAL APPLICATION OF A DIGITAL PULSED DIODE LASER IN DEPIGMENTATION THERAPY

Dr. Kenneth Luk received his BDS degree from the University of Liverpool and was subsequently awarded the Diploma in General Dental Practice from The Royal College of Surgeons (England). Currently, he is a part-time lecturer at The University of Hong Kong and also maintains a private practice in Hong Kong. He has achieved fellowship status from the International Congress of Oral Implantologists (ICOI). Dr. Luk has incorporated the use of lasers in his practice since 2003. He is a member of the Academy of Laser Dentistry (ALD) and has achieved Standard Proficiency in various laser wavelengths. He also serves on ALD's International Relations Committee.

Disclosure: Dr. Luk is a presenter for Elexion and receives an honorarium for his services.

Pretreatment

A. Case Outline

A 26-year-old female of Chinese ancestry presented with a chief concern of unaesthetic dark-colored gums. She noted this as a cosmetic problem, present for more than 10 years. She was healthy with a negative medical history and smokes 4 cigarettes per day.

Her skin complexion is fair (Figure 1). She was not a mouth breather and her lips were competent. Dark, unaesthetic gingival tissue was noticeable in her smile profile (Figure 2).

Intraoral examination revealed melanin pigmentation on both upper and lower labial gingival tissues (Figure 3). There were no restorations in her dentition and the periodontal condition was good.

B. Diagnosis

1. Provisional Diagnosis

Congenital melanin pigmentation of the labial gingivae.

2. Treatment Plan

The proposed plan was to use laser energy to conservatively ablate the pigmented gingival epithelium. Two laser wavelengths were to be employed in sequence, with the use of the second wavelength dependent on the outcome of the first.

The patient was informed of possible surface tissue ablation on the treated sites, and was told that relapse of the condition is possible.

The patient agreed to the plan after an informed consent/refusal discussion took place.

The lower anterior soft tissue (adjacent to teeth #22-27) was treated once with an erbium:YAG laser (Opus Duo, OpusDent, Yokneam, Israel), with an emission wavelength of 2940 nm. The operating parameters were 400 mJ, 10 Hz, and a 1000-micron sapphire tip was used. A protective gingival spacer was also used (Figure 4). The procedure was performed under topical anaesthesia with no water spray until the target pigment area was removed. Total exposure duration was estimated at 1 minute and 40 seconds. Figures 5 and 6 show the immediately postoperative result. The hemostasis was very good but the patient reported some discomfort during the procedure. Six weeks later, the patient returned for a follow-up examination and there was no significant reduction in the pigmentation (Figure 7).

The patient then asked whether the diode laser would be effective for depigmentation, since her outcome experience was not good with the erbium laser. She was then offered to have the procedure repeated, this time using a diode laser on the other pigmented area.

Depigmentation of upper gingivae (adjacent to teeth #5-12) under local anesthetic with a digital pulsed diode laser (810 nm wavelength) was then agreed upon, and is the focus of this manuscript.

3. Indications, Considerations, and Precautions for Lasers

Various laser wavelengths have shown success in melanin depigmentation of gingiva (see page 16).

The graph (Diagram 1) shows the relative absorption of different laser wavelengths. The erbium:YAG (2940 nm) and CO₂ (10,640 nm) lasers produce soft

tissue surface ablation that is relatively non-selective because of the high water absorption as well as minimal tissue penetration. The dental erbium laser, with its microsecond pulse width and low repetition rate, typically produces less hemostasis than the CO₂ laser.

The Nd:YAG laser at 1064 nm is a versatile soft tissue laser. Similar to diode lasers, it reacts with the chromophores of melanin and hemoglobin. The Nd:YAG, transmissive through water, can penetrate into soft tissue. Its free-running pulse mode allows for thermal tissue cooling between the short pulses.

The diode lasers at 810 and 980 nm are also transmissive through water, and are attracted to pigmented tissue. The continuous wave or the mechanically gated pulsed mode both produce a long tissue interaction time. This requires much longer relaxation time for tissue to cool (Diagram 2). Hence, low power (1 to 3 W) is recommended for most soft tissue procedures. The use of a "high fluency technique" for the 980 nm diode wavelength, developed by Dr. Mike Swick, enables the clinician to increase power and reduce potential collateral tissue damage from the heat-stacking effect by using water irrigation as a coolant.

A major precaution during any soft tissue laser procedure is to avoid collateral thermal damage to underlying bone or adjacent tooth structures, especially when using a noncontact and/or noninitiated tip.

The digital pulsed diode laser is the 4th generation of diode laser technology. The aim of using a digital pulsed diode is to achieve high power intensity and short pulse width (16 µsec) with penetration only into the pigmented area, thereby minimizing the surface ablation effect and

the heat-stacking effect beyond the target tissue (Diagram 3).

Treatment

A. Laser Operating Parameters

Digital Pulsed Diode Laser (Claros, Elexxon, Radolfzell, Germany)

Wavelength: 810 nm

Delivery System: Fiberoptic

Beam: 600 μ m noninitiated

Power: 30 W

Tissue Exposure Mode: Digital Pulsed 16 μ sec

Pulse energy: 0.48 mJ

Pulse Rate: 20,000 Hz

Average power: 9.99 W

Exposure duration: 2 minutes

B. Laser Safety Check

A laser safety check was carried out.

The operating room was closed with a laser-in-use sign posted outside.

All personnel and the patient were issued protective glasses (L6). This is equivalent to an optical density of 6. Note: Normal protective glasses (L4) from other laser devices for the same wavelength are not recommended for this laser device.

As an added safety measure, a remote controlled signal light (battery-operated flashlight and a transmitter) is placed outside the operating room. When the laser is firing, the signal light flashes with an orange-colored light every second.

C. Treatment Delivery Sequence

Buccal local infiltration was given using 2 carpules of 2% lignocaine with 1:80000 adrenaline (Xylocaine, Astra, North Ryde, Australia).

OpalDam® (Ultradent Products, South Jordan, Utah) was placed on the cervical margin from tooth #5 to 12 to protect the teeth from laser exposure.

The 600-micron noninitiated fiber was placed 2 mm from the target tissue of teeth #5, 6, and 7. The fiber was directed at right angles to the target tissue. The fiber was kept in motion at all times, and the total exposure time was 26 seconds. Tissue blanching and instant depigmentation were visible. No surface ablation was noted.

The decision was then made to add water irrigation to the procedure for the

remaining soft tissue areas (teeth #8-12). The aim was to avoid dehydration by high-speed evacuation by keeping the surface tissue cool and moist. The same parameters as above were used for an additional exposure time of 1 min 14 sec.

As noted, the total laser exposure lasted 1 minute and 40 seconds, and as a result of the water irrigation, there was no sign of tissue blanching.

D. Postoperative Instructions

Postoperative instructions were given to the patient as follows:

- Diet control: Avoid colored food additives like soya sauce, and avoid spicy food for one week.
- Refrain from smoking for one week.
- The patient was given a prescription for ibuprofen if needed for discomfort.
- Rinse with warm salt water and maintain good oral hygiene.

E. Assessment of Treatment Outcome

There was no surface tissue damage and instant depigmentation was visible.

There were no intraoperative or postoperative complications, and the prognosis was very good.

Follow-Up Care

A. Assessment of Treatment

When the patient returned to her office immediately after treatment, her colleagues noticed the marked difference in her smile. She reported mild discomfort after the anesthetic wore off, although she took no analgesics. She also reported that her teeth were sensitive at times on the first day.

The patient returned for her first follow-up 6 days following treatment (Figure 8). The tissue was pink in color, and an overexposed area around tooth #7 was healing within normal limits.

At 3 weeks, the patient returned for inspection and there was no darkening in color of the gingivae (Figure 9).

At the 7-week follow-up visit, the gingival tissue had not darkened and in fact remained lighter in color than the preoperative condition. The teeth were free of symptoms (Figure 10).

At 6 months, the patient noticed mild

darkening of the gingivae. She was still very satisfied with the result (Figure 11). Electric pulp testing (EPT) and cold tests were within normal limits. Periapical radiographs revealed no sign of any apical lesions or abnormalities (Figures 12-13).

B. Conclusion

The result of this technique is comparable to other techniques used by other laser wavelengths. The immediate postoperative cosmetic appearance of the gingivae is an advantage with this procedure which the author named "Atraumatic Depigmentation Therapy."

Since the treatment was performed, the patient has been more confident with her smile (Figures 14-16). Although local anesthetic was required for treatment with the diode laser, this technique was preferred to the other procedure performed on the lower gingivae, both in terms of less discomfort during the procedure and improved gingival appearance immediately postoperative. The patient's lower gingivae did not show when smiling, and she was not concerned with further treatment of that tissue. She was very satisfied and expressed a desire to whiten her teeth.

The digital pulsed diode laser enhances previous diode technologies which have a longer gated pulse width. It thus offers more energy delivery options for desired tissue interactions. Although this case gives successful cosmetic results, more cases and longer postoperative follow-ups should be carried out to give a comprehensive assessment of this technique.

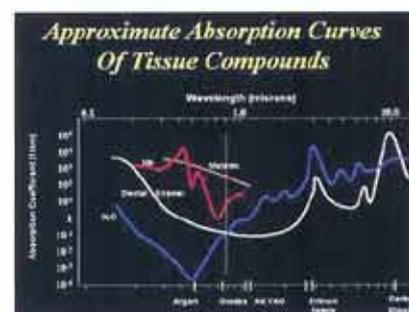


Diagram 1: Graphic display of chromophores of various laser wavelengths. The 810 nm diode laser is indicated with a dotted line.

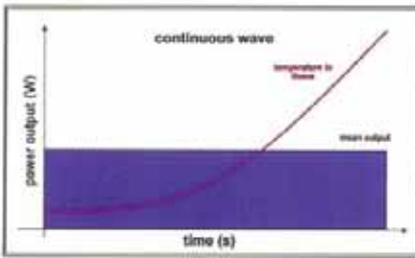


Diagram 2: Graphic display of the constant tissue temperature rise when exposed to continuous wave laser energy.

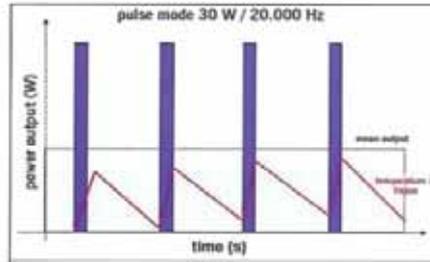


Diagram 3: Graphic display of tissue temperature rise and fall in response to the small interaction time of a short-pulsed laser.



Figure 1: Preoperative, frontal view



Figure 2: Preoperative smile



Figure 3: Preoperative anterior gingival tissue showing hyperpigmentation



Figure 4: Gingival spacer shield fitted to the Er:YAG laser handpiece and tip



Figure 5: Immediate postoperative view of the mandibular right side, Er:YAG laser used



Figure 6: Immediate postoperative view of the mandibular left side, Er:YAG laser used



Figure 7: Six weeks postoperative, Er:YAG laser



Figure 8: Six days postoperative, maxillary anterior, diode laser used



Figure 9: Three weeks postoperative, maxillary anterior, diode laser used



Figure 10: Seven weeks postoperative, maxillary anterior, diode laser used



Figure 11: Six months postoperative, maxillary anterior, diode laser used



Figure 12: Six-month postoperative radiograph, maxillary anterior right side



Figure 13: Six-month postoperative radiograph, maxillary anterior left side



Figure 14: Six months postoperative, right profile smile



Figure 15: Six months postoperative, left profile smile



Figure 16: Six months postoperative, frontal view

Lasers and Depigmentation

Different laser wavelengths have been used for removal and reduction of congenital gingival pigmentation. Other techniques include conventional periodontal gingivectomy and gingivoplasty procedures, as well as the use of cryogenics. A sampling of the literature reveals several laser references with successful outcomes:

1. Yousuf A, Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Kinoshita J, Matsumoto K. Removal of gingival melanin pigmentation with the semiconductor diode laser: A case report. *J Clin Laser Med Surg* 2000;18(5):263-266.
2. Atsawasuwan P, Greethong K, Nimmanon V. Treatment of gingival hyperpigmentation for esthetic purposes by Nd:YAG laser: Report of 4 cases. *J Periodontol* 2000;71(2):315-321.
3. Tal H, Oegiesser D, Tal M. Gingival depigmentation by erbium:YAG laser: Clinical observations and patient responses. *J Periodontol* 2003; 74(11):1660-1667.
4. Esen E, Haytac MC, Oz IA, Erdogan O, Karsli ED. Gingival melanin pigmentation and its treatment with the CO₂ laser. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;98(5):522-527.

In the previous issue of the *Journal of the Academy of Laser Dentistry*, Dr. Kenichi Takahashi described his treatment of hyperpigmentation using an Er:YAG laser in a contact mode with an 800-micron diameter fiber and an average power of 2 W (200 mJ, 10 Hz), which is a different parameter and spot size from Dr. Luk's technique. Dr. Takahashi had good results, although the reader will note that surface ablation did occur and hemostasis was only adequately managed with the erbium wavelength.

In *Wavelengths*, Dr. Michael Swick explains his pioneering technique of using a copious water spray with high fluence from the 980 nm diode laser. His clinical results show one good solution to the problem of excessive thermal energy effects.

1. Swick MD. Cosmetic diode laser gingivectomy with frenectomy. *Wavelengths* 2000;8(4):19.
2. Swick MD. A char-free technique for the Ceralas D15 diode laser. *Wavelengths* 2000;8(4):20.

Dr. Luk's instrumentation demonstrates another method of attenuating the tissue temperature rise by using very short pulses of 810 nm diode laser energy.

As always, the laser energy must be carefully directed toward the target tissue to remove the pigmented gingiva; each wavelength will have unique interaction properties, and the clinician must carefully evaluate the progress of the surgery.

Lasers in Dentistry

In this issue, we feature two laser wavelengths for a variety of soft tissue and hard tissue procedures

- Dr Kenneth Luk uses a diode laser with digitally pulsed technology to remove melanin hyperpigmentation from otherwise healthy gingival tissue. His case shows a comparison between his use of an erbium laser and then his subsequent use of a diode laser.

The *Journal* is again pleased to publish clinical cases from three of the recent successful Advanced Proficiency candidates who presented during the ALD's 12th Annual Conference in New Orleans.

- Dr. Emil Litvak performs removal and recontouring of hyperplastic gingival tissue that occurred following orthodontic treatment. He carefully employs an Er:YAG laser to recreate a more normal amount of periodontal soft tissue.
- Dr. Glenda Payas has two clinical case studies using an Er:YAG laser. In the first, she performs soft tissue crown lengthening on the upper anterior arch for a patient with hyperplastic gingival tissue; the second case shows removal of several bony protuberances that occurred following full-mouth extractions. She employs this wavelength to its full advantage in safely treating gingiva and bone.
- Dr. Ronald Schalter also presents two clinical case studies with an Er,Cr:YSGG laser. In the first case, he prepares the upper and lower anterior teeth for direct composite restorations. His second case demonstrates a fibroma excision. In both instances, Dr Schalter demonstrates the usefulness of this wavelength for hard and soft tissue treatments.

These cases show the numerous clinical indications for use of both the diode and the erbium family of lasers and once again demonstrate how dental lasers continue to be utilized for good patient care.

Case Studies

- **Clinical Application of a Digital Pulsed Diode Laser in Depigmentation Therapy**
KENNETH LUK, BDS, DGDP – HONG KONG
- **Er:YAG Laser-Assisted Gingivectomy after Orthodontic Treatment**
EMIL LITVAK, DDS – YAHUD, ISRAEL
- **Clinical Application of an Er:YAG Laser in Gingival Recontouring of Maxillary Teeth**
- **Clinical Applications of an Er:YAG Laser in Removal of Bony Protuberances Following Extractions and Mandibular Tori Removal**
GLENDA PAYAS, DMD – TULSA, OKLAHOMA
- **Multiple Restorative Treatments Using an Er,Cr:YSGG Laser**
- **Fibroma Removal Using an Er,Cr:YSGG Laser**
RONALD W. SCHALTER, DDS – HUDSON, MICHIGAN

Ein Jahr elexxion claros

Ein Erfahrungsbericht über die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten des Diodenlasers (810nm) elexxion claros.

Dr.med.dent. Michel Vock, Seuzach, Schweiz

Anlässlich des 7.LEC in Düsseldorf hatte ich die Möglichkeit verschiedene Diodenlasersysteme zu besichtigen und zu testen. Ausschlaggebend für den Entscheid den elexxion claros zu kaufen, waren in erster Linie die technischen Parameter des Gerätes. Dazu kam das Design, die Möglichkeit der Erweiterung zu einem Mehrwellenlasergerät und das freundliche und kompetente Team. Last but not least natürlich auch der Preis. Ende 2003 war es dann soweit, nach einem interessanten Besuch der Geschäftsstelle in Radolfzell, wurde uns der elexxion claros nach Winterthur geliefert. Die genaue Einführung des Gerätes machte den sofortigen Einsatz leicht, unterstützt durch die leichte Handhabung des Touchpanels. Somit war unsere Laserpalette um eine Laserwellenlänge gewachsen. Wir benützen in unserer Praxis folgende Lasertypen: CO₂-Laser, Er:YAG-Laser, Argon-Laser und ein Lasersystem für die photodynamische Therapie (DÖRTBUDAK O 2001). Der folgende kurze Überblick soll dem Praktiker das vielseitige Anwendungsspektrum des elexxion claros im täglichen Praxisalltag darstellen.

Chirurgie

In der Chirurgie können mit dem Diodenlaser (810nm) verschiedene Arbeitsschritte oder ganze Therapiekonzepte durchgeführt werden. Diese neue Generation der Diodenlaser ermöglicht eine schonende Schnitfführung und durch die koagulierende Wirkung ein absolut blutungsfreies Arbeitsgebiet (VOCK M 2004). Dadurch werden viele chirurgische Einriffe für den Behandler vereinfacht und verkürzt. Die Patientencompliance ist zusätzlich um einiges erhöht. Auch Kinder oder ängstliche Patienten/Innen können oft problemlos behandelt werden. Durch die zusätzliche Applikation der LLLT (low level laser therapy) sind die post-operativen Beschwerden in vielen Fällen geringer im Vergleich zum konventionel chirurgischen Eingriff (MATIC und LAZETIC 2003; CAHN und LAI 2003). Die Wundheilung ist komplikationsloser und es sind keine Narbenzüge sichtbar (v.a. wichtig bei sehr ästhetischen Eingriffen).

Parodontologie

Der Einsatz des Diodenlasers in der parodontalen Chirurgie bringt auch hier die erwähnten Vorteile. Das übersichtliche Arbeiten durch ein fast blutungsfreies Operationsgebiet und die Narbenfreiheit begünstigt den Einsatz des Lasers. Die zusätzliche Dekontamination des Gebietes ist ein weiterer Pluspunkt (BACH, MALL und KREKELER 2000; MORITZ et al. 1997). Durch die regelmässige diodenlaserunterstützte Parodontaltherapie können viele Rezidive vermieden werden

und z.T. „hoffnungslose“ Zähne, welche für die Extraktion bestimmt wären, noch für längere Zeit gerettet werden. Diese Tatsache ist bei vielen Patienten ein Grund sich für eine Lasertherapie zu entscheiden.

Implantologie

Hier reicht das Einsatzgebiet von der Schnittführung beim Implantieren, über die LLLT nach dem Implantieren, bis hin zur Implantatfreilegung. Zur Behandlung der Periimplantitis kann der Diodenlaser eine grosse Hilfe, wenn nicht sogar, das Mittel der Wahl darstellen (SENNHENN et al. 2004; MAIORANA et al. 2002). Durch die regelmässige laserunterstützte Dekontamination des marginalen Gingivasaums um die Implantate, kann prophylaktisch eine Entzündung verhindert oder eine beginnende Periimplantitis in Schach gehalten werden.

Endodontie

Der Diodenlaser ist durch seine Abstrahlcharakteristik von 24 Grad, der guten Penetrationseigenschaft und der Möglichkeit der Verwendung einer 200um-Faser optimal geeignet, auch Areale des Wurzelkanals zu erreichen, die durch chemisch-mechanische Aufbereitung nicht zugänglich sind (Abb. 1+2). Eine gute Desinfektion ist schon nach einmaliger Applikation möglich und oft kann die Obturation in der gleichen Sitzung erfolgen, was Zeit und Kosten erspart. Hoffnungslose Endodontie-Fälle können oft mit der laserunterstützten Therapie in einen gesunden Zustand überführt werden (Bach G 2003).

Überempfindliche Zahnhäule

Durch die Applikation von Fluorgel (ZnF-Gel) und der anschliessenden Behandlung mit dem Diodenlaser, können überempfindliche Zahnhäule schnell in einen wesentlich weniger empfindliches Stadium überführt werden. Mit dem T8-Handstück des elaxion claros können diese Areale optimal therapiert werden, da eine grossflächige Auflage möglich ist.

Bleaching

Ebenfalls mit dem T8-Glasstab kann das Bleaching einfach durchgeführt werden. Nach vorhergehendem Abdecken der Gingiva mit flüssigem Kofferdam, kann ein geeignetes Bleaching-Gel (z.B. Opalescence x-tra) aufgetragen und danach mit dem Diodenlaser aktiviert werden (Abb. 3+4). Bei schwereren Verfärbungen sind z.T. mehrere Sitzungen nötig. Die post-therapeutischen Hypersensibilitäten sind äusserst selten anzutreffen.

Zusammenfassung

Der Diodenlaser ist der am besten untersuchte Lasertyp und stellt somit dem Therapeuten ein sicheres Instrument dar. Die vielseitige Anwendung in fast allen Teilgebieten der Zahnmedizin ist sein grosser Vorteil. Die richtige Indikation mit den richtigen Einstellungsparameteren ist der wichtigste Punkt für ein erfolgreiches

Arbeiten mit dem Diodenlaser, oder allgemeiner gesagt für jeglichen Lasertyp (GUTKNECHT N 1999). Der elexxion claros bietet durch die gebietsspezifischen Presets mit den kurzen Therapiehinweisen dem Anfänger sicherlich eine grosse Hilfe. Bei uns in der Praxis ist der elexxion Diodenlaser nicht mehr wegzudenken und die Tatsache, dass in nächster Zeit die Möglichkeit besteht, ihn zu einem zwei Laserwellengerät (Dioden 810nm und Er:YAG 2940nm) aufzurüsten, macht ihn noch interessanter.

Literatur

DÖRTBUDAK O (2001): Photodynamic therapy for bacterial reduction of periodontal microorganisms. Journal of oral Laser Applications 1: 115-118

VOCK M: Chirurgie in vollendeter Einfachheit unter dem Einsatz von Lasern. LaserJournal 4/2004: 18-20

MATIC und LAZETIC: Med Pregl 2003 M/A 56 (3-4) 137-141

CAHN und LAI: Lasers in medical Science 18 (1) 51-55 (2003)

BACH, MALL und KREKELER: Intergration der Diodenlaserdekontamination in der therapie der Periimplantitis und der Parodontitis – eien 5-Jahres Studie. ZMK 3; 2/00; 21-25 (2000)

MORITZ A. et al. : Bacterial reduction in periodontal pockets through irradiation with a diode laser. Journal of clinical laser medicine 1/97, 33-37 (1997)

SENNHENN et al. : Der Einsatz von Diodenlicht zur Dekontamination perimplantärer Defekte in vitro und in vivo. LaserZahnheilkunde 2004; 1/04: 29-38

BACH G: Einsatz von Laser-Systemen in der Endodontie. LaserJournal 2/2003; 6-9

MAIORANA et al.: Treatment of periimplantitis with diode laser. A clinical report. J Oral Laser Applications 2002; 2:121-127

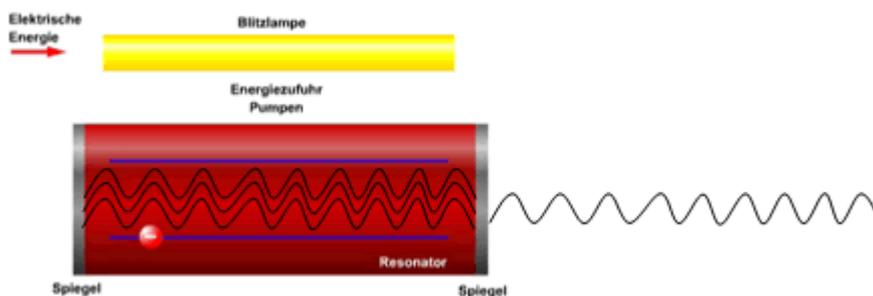
GUTKNECHT N: Lasertherapie in der zahnärztlichen Praxis: Die Anwendungen unterschiedlicher Lasertypen in ihren jeweiligen Spezialgebieten. Quintessenz Verlags-GmbH 1999

Text zu Abbildungen:

- Abb.1: Parodontitis apicalis: RX direkt nach einer Laserapplikation und CaOH₂-Einlage
- Abb.2: zwei Wochen später: 2. Laserapplikation und definitive Obturation
- Abb.3: Anfangsbefund: 11/21 vor Bleaching
- Abb.4: Schlussbefund: nach 2-maligem Laser-Bleaching und vor dem Wechsel der alten verfärbten Kunststofffüllungen

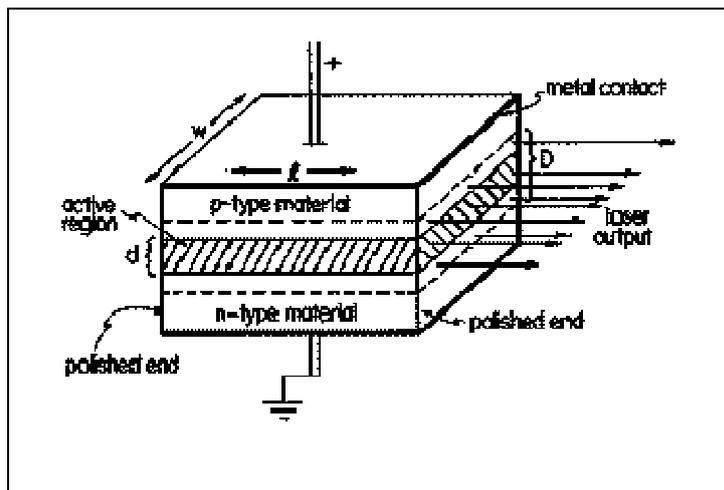
The evolution of the diode laser

In modern dentistry applications, two different types of laser occupy dominant positions: gas lasers and solid-state lasers. The first of these categories includes the Co₂ laser (10 600 nm) and the argon laser (480 + 515 nm), while examples of the solid-state laser are the Nd:YAG (1064 nm), Er:YAG (2940 nm), Er:CrYSGG (2780 nm) and the diode laser (mainly 810 and 980 nm). As the name suggests, gas lasers use gas mixtures as their active laser medium whereas solid-state lasers usually employ a crystal as their active laser medium. In classic solid-state lasers, the laser medium takes the form of an optical crystal which is excited by a flashlight (a process known as “pumping”). The laser crystal and flashlight are located in a unit known as a resonator, a chamber comprising 2 mirrors between which the laser process takes place. At a low percentage rate, one of these mirrors is permeable to laser light, enabling usable light energy to be disengaged from the process. A fundamental property of this design principle involves a certain level of laser energy being stored in the resonator which can be released in a very short pulse. The shorter the energy release time (i.e. the pulse time), the lower the thermal impact of the laser beam. In eye surgery applications, tissue can be removed by very short pulses of laser light to correct vision defects, and this can be done without damaging this tissue with heat. In the world of dentistry, manufacturers of Er:YAG lasers are committed to achieving the shortest possible pulse times. This increases the removal rate for hard tooth material while at the same time reducing the sensation of pain.



Bildertext: *Electrical energy* *Flashlight*
Energy supply, pumping
Mirror *Resonator* *Mirror*

Semiconductors or diode lasers occupy a special position among solid-state lasers. These do not have a resonator in any conventional sense of the term because the laser medium takes the form of a semiconductor chip. In keeping with all semiconductors, the diode laser has a p-layer and an n-layer. The laser beam is generated precisely in the boundary layer between the p-layer and n-layer. The great advantage of this is that you do not need any flashlights for optical pumping. Instead, the laser element can be excited directly with electrical current. This gives rise to a very high efficiency rating of approx. 35 % (comparison with YAG laser: approx. 1-5 %). For this reason, diode lasers do not require large cooling units and can be built in relatively compact, lightweight units.



Bildertext

Fig. 15 Diagram of a laser diode

A minor disadvantage of the diode laser is that no meaningful levels of energy can be stored due to the absence of a resonator chamber. This means that the laser can only be “on” or “off”. For this reason, diode lasers are typically operated in continuous or CW (continuous wave) mode.

Diode laser technology first started being used in the early 1980’s in the context of what became known as therapy lasers. They were also known as soft lasers or LLLT lasers (low level laser therapy). The spectrum ranges from 1 mW at 635 nm – equivalent to a standard laser pointer – up to 200 mW at 810 nm. Everyone is free to form their own judgement about the possible differences in operating method.

Around about 1995, the first diode laser devices made their appearance, with a power rating of roughly 6 W at 810 nm. For the first time, it was now possible to utilise the thermal effect of diode laser radiation. Numerous clinical studies proved that superlative results could be achieved with diode laser radiation in the 1.0 Watt range when applied to the decontamination of periodontal abscesses and to root canal work. This is due to the good absorption characteristics of the laser light in gram-negative and positive bacterial cells at this wavelength. The accompanying high absorption rate for haemoglobin observed means that, at higher energy levels, surgical incisions can be made using these systems, accompanied by an almost complete absence of bleeding. As time went by, other meaningful possible applications were added and these are now considered to be clinically secure. As a typical example, we would point to the treatment for periodontal implants (“periimplantitis”) which has been superbly documented by a wide range of universities around the world.

To further improve performance in the surgical sector, it was appropriate to boost the output power of the diode laser. Initial tests with 10 and 15 Watt diodes demonstrated as early as 1999 that success could not be achieved simply by increasing the light energy. A power rating of about 3-4 Watts CW led fairly rapidly to carbonisation of the tissue. Due to the resultant toxic by-products, this effect is therefore undesirable. In addition, wound healing and the sensation of pain are both adversely affected. The cause of this carbonisation is not therefore related to wavelength, instead it can be traced to the timing characteristics of the laser. Since the laser is continuously enabled, this gives rise to a continuous increase in tissue temperature. The burned

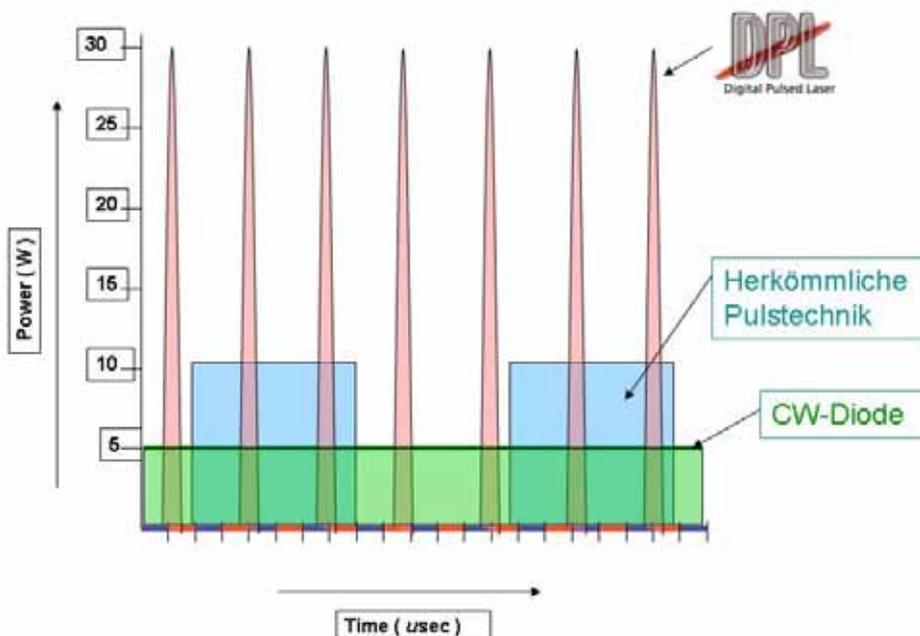
tissue also exhibits a higher absorption coefficient than healthy tissue. As a consequence, this rise in temperature is disproportionately high.

If you wish to further increase the cutting speed – without damaging the tissue through severe carbonisation, there is only one way left open: simulation of the pulse characteristics of a solid-state laser, e.g. the Er:YAG. Since the diode laser source, as described at the outset, is not able to “store” energy in any significant amounts, the laser diode needs to be able at all times to generate the desired pulse power. The CW performance of the laser diode therefore corresponds to maximum pulse power.

Initial tests were conducted in 2000 with an 810 nm diode laser, an output rating of 20 W and minimum pulse times of approximately 50 microseconds (millionths of a second). In this process, the time between 2 pulses was set to between 100 and 450 microseconds, equivalent to a mean power rating of 2.0 – 6.7 W.

The histological and practical results were very promising indeed. Compared with a CW diode laser of the same power rating, the necrosis zone in the cut section was almost halved while, at the same time, cutting speed was increased substantially.

Based on these results, work commenced in 2002 on the development of a 30 W diode laser (Elexxion) with a minimum pulse duration of just 9 microseconds (millionths of a second). Up to 20 000 pulses per second can be issued across a variable range and, at appropriate pulse widths, the calculated mean power rating was restricted to a maximum of 10 watts. Technical implementation of these short pulses at the high pulse power rating of 30 W necessitated the development of a completely new digital electronic activation system. This type of pulsing process is also referred to as the digital pulsed laser (DPL[®]) technique. Furthermore, fibre applicators with a special coating had to be developed, capable of withstanding these loadings. Nevertheless, it is still virtually impossible to cause tissue burns, provided that the power settings defined by Elexxion (the manufacturer) are complied with.



Bildertext

Standard pulse technology
CW diode

Clinical trials have demonstrated that a cutting speed in soft tissue can be achieved which actually outperforms a Co₂ laser. At the same time, this laser light cuts more gently than ever before. Previous objections to diode laser surgery (“cutting with a hot glass needle”) can now be refuted very credibly indeed.

Something which works so effectively in surgical situations ought to be equally effective in paradontology and endodontics. For the last ten years, these sectors have been using diode lasers with power ratings of 1.0 W for decontamination work. This restricted power rating is chosen to prevent undesirable thermal effects from arising. It is conceivable, through the use of extremely short 30 W pulses, to improve effectiveness substantially without entailed undesirable side effects. Initial clinical trials are now in progress.

We shall see what the future holds. In 5 years time, we might already be working with 50 or even 100 W diode lasers. One thing is for certain though: the future of the diode laser is already in its infancy.

Olaf Schäfer
Chief Executive
elxxion GmbH Radolfzell

elexxion AG

Schützenstraße 84 · 78315 Radolfzell · Germany
Tel. 0049 (0) 7732-822 99 0 · Fax 0049 (0) 7732-822 99 77
info@elexxion.com · www.elexxion.com