Update Laseranwendungen in der Zahnheilkunde

Teil 2

Um Laser in der Zahnheilkunde ist es heute auffallend ruhig, dabei war das nicht immer so. Anfang der 1990er-Jahre löste eine aus Nordamerika kommende Laser-Euphorie in Deutschland enorme Erwartungen aus. Viele Meinungsbildner waren überzeugt, Laseranwendungen würden sich „flächendeckend" durchsetzen, ähnlich wie die Implantologie, und bald in nahezu jeder Praxis stehen. Zwei Jahrzehnte später ist klar: Diese Prognose hat sich nicht erfüllt. Während Teil 1 des Laser-Updates die in der Laserzahnheilkunde eingesetzten Wellenlängen und Grundlagen beleuchtet, geht Teil 2 auf die Entwicklungen ein.

Dr. Georg Bach

© GraphicZone – stock.adobe.com

Diese Entwicklung ist umso bedauerlicher, wenn man sich vor Augen führt, welche wesentlichen Weiterentwicklungen und aktuellen Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Laserzahnheilkunde in jüngster Zeit erzielt wurden.
Der vorliegende Beitrag möchte ein Update zum Thema „Laseranwendungen in der Zahnheilkunde" geben – und durchaus dafür werben, dass mehr Kolleg/-innen mit einer guten Ausbildung auf dem Gebiet der Laserzahnheilkunde zu Expert/-innen in einer der faszinierendsten Sparten unseres Berufs werden.

Einsatz von Lasern in der Endodontie

Der Aachener Laserarbeitsgruppe um Prof. Braun und Kollegen sind aktuelle Erkenntnisse zum Lasereinsatz in der Endodontie zu verdanken.[18,19] Durch den adjuvanten Einsatz von Laserstrahlung ist die Abtötung auch in tiefen Gewebeabschnitten möglich, und es können sogar endodontische Problemkeime wie *Enterococcus faecalis* eliminiert werden. Konventionelle chemomechanische Wurzelkanalaufbereitung plus adjuvante Laserbestrahlung ermöglichen eine effektive Keimreduktion und stellen somit eine enorm wichtige Therapieergänzung dar.
Als hierfür geeignete Wellenlängen werden Dioden- und Nd:YAG-Laser angegeben. Durch die effektive Elimination von Candida-Spezies, Aktinomyzeten und *Enterococcus faecalis*, die vor allem bei Rezidivbehandlungen eine wesentliche Rolle spielen, bringt der adjuvante Einsatz von Laserlicht erhebliche Vorteile bei problematischen Endo-Konstellationen.

Als weitere Option für den Lasereinsatz in der Endodontie bringen Prof. Braun und Kollegen die photochemische Desinfektion durch antimikrobielle photodynamische Therapie (aPDT) ins Spiel, bei der mittels Laserstrahlung eingebrachte Energie von einem als Mediator wirkenden Farbstoffmolekül absorbiert wird. Die aPDT ist definiert als sauerstoffabhängige Gewebereaktion nach Photosensibilisierung und Bestrahlung mit Licht. Hierbei wird ein photosensibler Farbstoff (Photosensibilisator) mit Laserlicht geeigneter Wellenlängen bestrahlt. Hier spielen Diodenlaser mit Wellenlängen zwischen 455 und 970 nm eine wesentliche Rolle.
Bei Patienten mit periapikalen Läsionen hat sich gezeigt, dass die adjunktive Anwendung der aPDT im Vergleich zur konventionellen endodontischen Therapie zu einer zusätzlichen Verringerung von Mikroorganismen führt. Die für die effektive Wirkung der aPDT notwendige Penetration des Farbstoffs in das zirkumpulpale Dentin kann jedoch eine die Ästhetik beeinträchtigende Verfärbung der Zahnhartsubstanz bedingen.[18]
Eine weitreichende Entfernung von Farbstoffrückständen ist mit konventionellen Spülmethoden nicht sicher zu gewährleisten, weshalb Methoden zur Verstärkung der Spülwirkung empfohlen werden. Dennoch kann eine vollständige Entfernung des Farbstoffs nicht garantiert werden; Prof. Braun und Kollegen empfehlen daher dringend die Versiegelung des Kronenbereichs mit Sealingmaterialien vor Anwendung der aPDT.
Auch der Erbium:YAG-Laser kann erfolgreich in der Endodontie eingesetzt werden; hier bringt die Aachener Forschungsgruppe die photoakustische Spülung ins

WINKELSTÜCK

1:2.5

SWISS MADE

Bien-Air Dental

ULTIMATE RELIABILITY

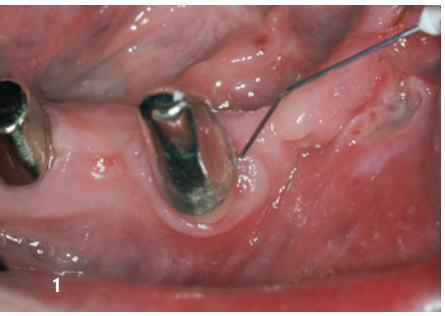
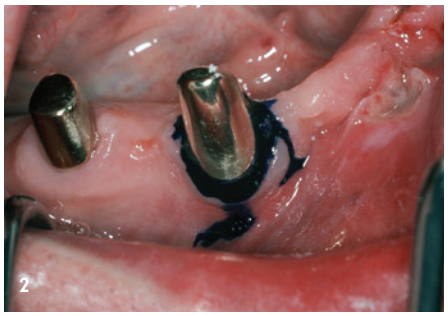
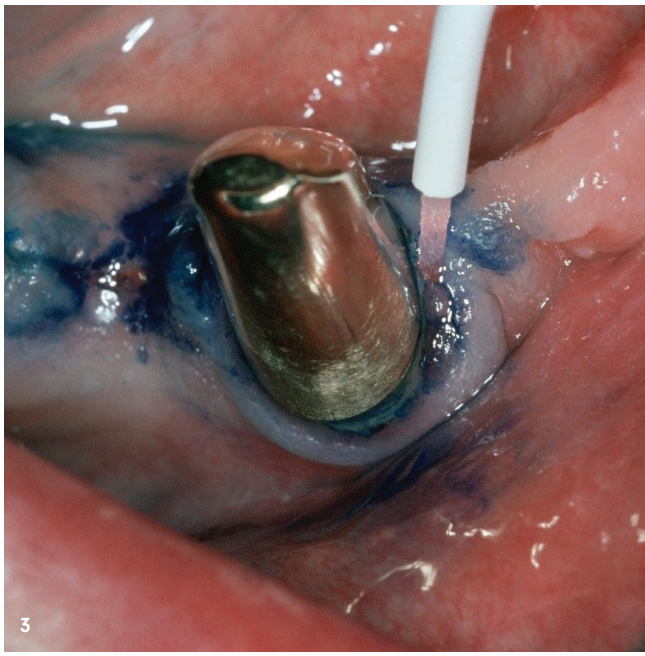
LATCH TYPE
HIGH SPEED SYSTEM

EINE INNOVATION VON BIEN-AIR! WIR SETZEN NEUE MASSSTÄBE

Wir möchten Ihnen modernste und noch leistungsstärkere Winkelstücke bieten. Dazu kann das überarbeitete CA 1:2.5 jetzt mit 34 mm langen chirurgischen Latch-Bohrern kombiniert werden und wird so zur neuen Referenz für Chirurgie und Parodontologie.

SCANNEN, UM BIENAIR.COM AUFZURUFEN

Bien-Air Deutschland GmbH Hans-Bunte-Strasse 11 79108 Freiburg Germany Tel. +49 (0)761 45 57 40 ba-d@bienair.com www.bienair.com

▲ Fall 4: Klinischer Fall PA-aPDT
Abb. 1: Applikation Sensitizer.
Abb. 2: Sensitizer appliziert.
Abb. 3: Laserlichtapplikation.
Abb. 4: Zustand nach Trocknung und Spülung.
Abb. 5: Vierzehntageskontrolle.

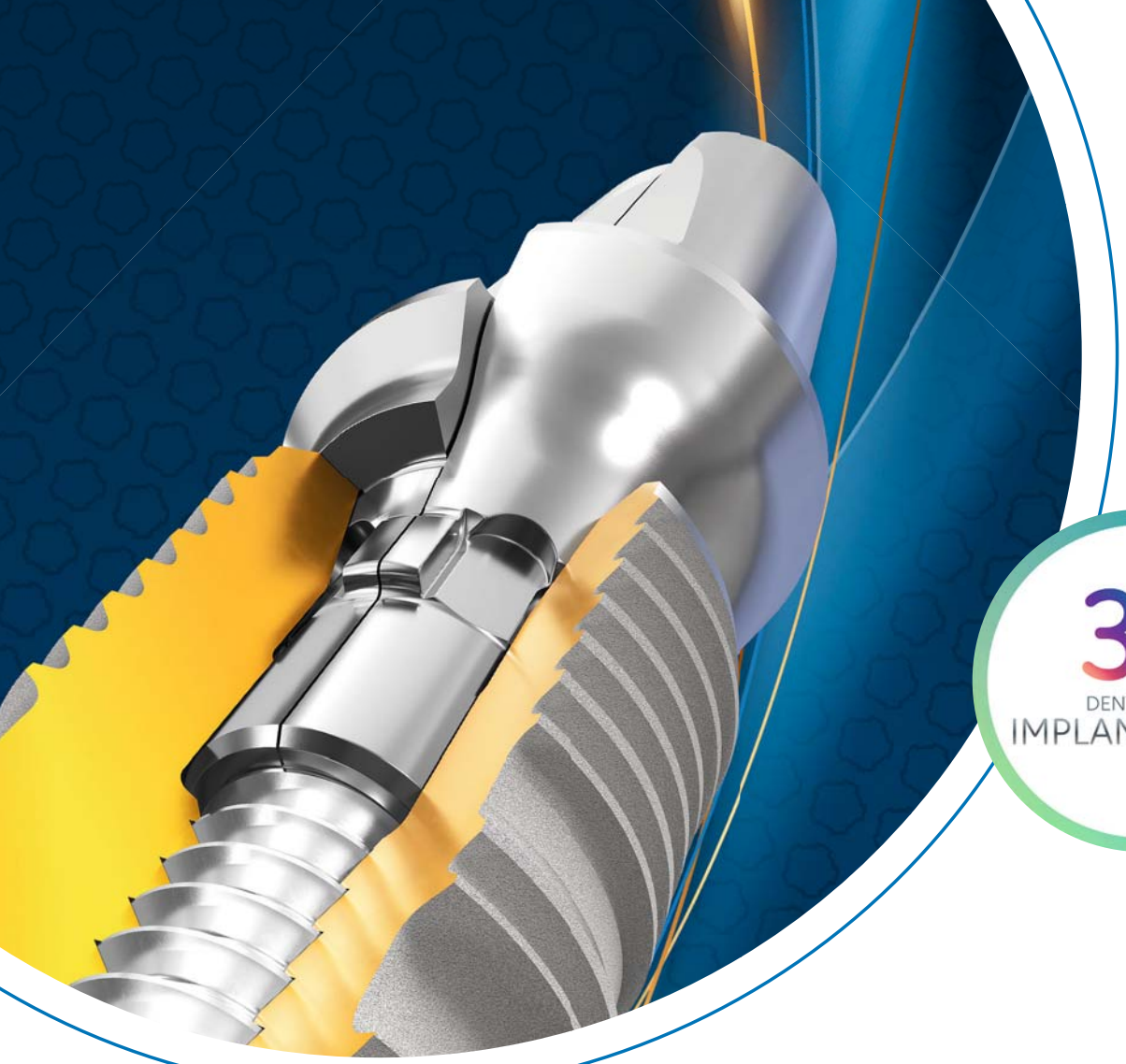
Spiel.[19] Grundlage hierfür stellen photoakustische Effekte dar, also die Umwandlung von Lichtenergie in akustische Effekte (Schall). Ähnlich wie bei ultraschallaktivierten Spülmethoden macht man sich dabei entstehende Kavitations- und Mikroströmungseffekte zur Debrisdesintegration und schließlich zur Keimzahlreduktion zunutze. Als Energiequelle fungiert hier – wie erwähnt – der Er:YAG-Laser, dessen Laserlicht mittels spezieller Laserfasern in das mit vorgängig applizierter Spüllösung (NaOCl oder EDTA) gefüllte Kanallumen appliziert wird. Der Arbeitseinsatz muss hierbei nicht zwangsläufig die vollständige Arbeitslänge erreichen.

Im Wurzelkanalsystem kommt es nach der Absorption der ausgestrahlten Laserenergie durch die Spüllösung in Sekundenbruchteilen zur Entstehung von Gasblasen, die einen vielfach größeren Raum als flüssiges Wasser benötigen. Kondensiert der entstandene Wasserdampf zwischen zwei Laserpulsen wieder, fallen die gebildeten Dampfblasen schlagartig in sich zusammen. Die umgebende Flüssigkeit strömt implosionartig zurück, wodurch kurzfristig starke Druckstöße entstehen. In der Nähe der Wurzelkanalwand entsteht bei der Implosion ein Flüssigkeitsstrahl (Mikrojet), der die Debrisentfernung von der Kanalwand unterstützt. Somit können Penetrationstiefen von deutlich über 500 µm erzielt werden. Vor allem in apikalen Bereichen, in denen konventionelle Spülmethoden nur unzureichend wirken, ist mit der photoakustischen Spülung eine deutliche Verbesserung möglich.

Neue Therapieoptionen beim Einsatz von Halbleiterlasersystemen

Dreißig Jahre nach ihrer Einführung in die Zahnheilkunde stellen Halbleiterlaser mit ca. 60 Prozent die größte Gruppe der in Zahnarztpraxen eingesetzten Lasergeräte dar.[8] Dabei finden sie sowohl in der Diagnostik als auch in der Therapie Anwendung. In Abhängigkeit von der verwendeten Wellenlänge und den Energieeinstellungen werden vor allem fotochemische sowie gewebeabtragende/fotothermische Eigenschaften genutzt.

Über die Messung von Fluoreszenzerscheinungen können kariöse Läsionen und Konkremente von gesunder Zahnhartsubstanz unterschieden und quantifiziert werden. Die bereits unter Teil 1 beschriebene aPDT dient der nichtthermischen Abtötung pathogener Bakterien. Die „Low-Level-Lasertherapie" (LLLT) beruht auf der Erhöhung der Mikrozirkulation und der Steigerung der Mitoserate zur verbesserten Geweberegeneration. Höhere Energieparameter ermöglichen zudem Inzisionen und Exzisionen von Weichgeweben durch Ablation im Rahmen chirurgischer Eingriffe. Somit können Halbleitersysteme in einer Vielzahl zahn-



30 years DENTAURUM IMPLANTOLOGY

tiologic® TWINFIT

Die Verbindung der Zukunft

Konus und Plattform vereint

Immer das richtige Implantat, egal ob eine Konus oder Plattform Verbindung gewünscht wird: Behandler und Patient profitieren bei jedem tioLogic® TWINFIT Implantat von der Freiheit jederzeit zwischen Konus und Plattform zu wechseln. Überzeugen Sie sich selbst!

CELEBRATE 140 DENTAURUM

Dentaurum GmbH & Co. KG · Turnstr. 31 · 75228 Ispringen · Germany
Tel. +49 72 31 / 803 - 0 · www.dentaurum.com · info@dentaurum.com

DENTAURUM 1886

Wellenlängenbereich und Anwendungsgebiet

405–655 nm: Laserfluoreszenzdiagnostik von Karies und Konkrementen
635–810 nm: Antimikrobielle photodynamische Therapie (aPDT)
635–810 nm: LLLT (Low-Level-Lasertherapie)
445, 810–980 nm: Laserunterstützte Zahnaufhellung
445, 810, 980 nm: Gewebedesinfektion in Endodontie und Parodontologie
445, 810–980 nm: Weichgewebschirurgie

Fall 5: Sensitizer in der Zahnmedizin
Abb. 6: PDT blauer Sensitizer.
Abb. 7: PDT grüner Sensitizer.

Bilder zu weiteren Aufnahmen gibts auf ZWP online.

ärztlicher Therapiemaßnahmen eingesetzt werden, konventionelle Verfahren ergänzen – und teilweise auch ersetzen.
Standen zu Beginn des Einsatzes von Halbleitersystemen lediglich die Wellenlängen 810 und 980 nm zur Verfügung, so hat sich das Portfolio der Halbleiterwellenlängen heute wesentlich erweitert – flankiert von neuen Therapieoptionen (siehe Infokasten).
Aktuelle Halbleiterlasersysteme bieten somit – aufgrund der Vielzahl möglicher Einsatzmöglichkeiten und der im Vergleich zu anderen Lasersystemen überschaubaren Anschaffungs- und Unterhaltungskosten – eine gute Möglichkeit, Laserenergie im Rahmen zahnärztlicher Behandlungsmethoden sinnvoll zu nutzen. Gerade im Bereich der Halbleiterlaser existieren nunmehr Systeme mit mehreren Wellenlängen und einem breiten Spektrum einstellbarer Parameter, die dem Wunsch nach einer großen Zahl möglicher Einsatzindikationen Rechnung tragen. Halbleiterlasersysteme können bei überschaubaren Anschaffungs- und Unterhaltungskosten von der Diagnostik bis zur Therapie sinnvoll in ein zahnärztliches Behandlungskonzept integriert werden und konventionelle Therapiemaßnahmen ergänzen.[20]

Laseroptionen in der Zahnerhaltung, Laserlicht löst Kronen, Veneers und Brackets

In einem Verbundprojekt haben die Klinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität Ulm und das Institut für Lasertechnologien in der Medizin und Messtechnik an der Universität Ulm eine lasergestützte Technologie zur zerstörungsfreien Entfernung kieferorthopädischer Brackets und zahnärztlicher Restaurationen entwickelt. Diese als „lasergestützte ReversFix-Technologie" bezeichnete Methode wurde von den Ulmer Zahnmedizinerinnen Katharina Kuhn und Sarah Blender entwickelt und löst das Problem, dass kieferorthopädische Brackets und prothetische Restaurationen mit konventionellen Verfahren in der Regel nur durch Zerstörung entfernt werden können.
Bei ReversFix durchdringt das Laserlicht das keramische Bracket bzw. die keramische Restauration und interagiert dann mit dem Befestigungszement. Die hierbei entstehenden Energieumwandlungsprozesse führen zur zerstörungsfreien Ablösung der Brackets und/oder der Restauration.[21]

Laserunterstützte Diagnostik und Therapie der Zahnhartsubstanz

Die im Vordergrund der Kariesätiologie stehende Verschiebung des ökologischen Gleichgewichts in der Mundhöhle ist ein dynamischer Prozess. Diagnostische Maßnahmen sollten den Schweregrad und die Aktivität der kariösen Läsion hochsensitiv und -spezifisch erfassen, gleichzeitig – wie die Kariestherapie – nicht oder nur wenig schädigend und schmerzarm sein. Die laserunterstützte Diagnostik und Therapie bieten diese Vorteile und können herkömmliche Behandlungsmethoden effizient ergänzen.

Neues aus der Laserchirurgie

Wer schon einmal Patienten mit raumfordernden Gefäßanomalien, schweren Verbrennungen oder wuchernden Narben gesehen hat, der kann ermessen, welchen bahnbrechenden Grundstein Maiman 1965 mit der Verwirklichung des ersten Lasergeräts und viele Jahre zuvor Einstein mit seiner Theorie der „induzierten Emission" von Licht für die moderne Chirurgie gelegt haben.
Zum zahnärztlichen Allgemeingut sind hier die definitiven Vorteile der Laseranwendung in der Chirurgie geworden: Neben der erheblichen Reduktion von Blutungen („freies Operationsfeld"), die durch eine Versiegelung von Blutgefäßen (Hämostase) erzielt wird, werden auch eine exzellente Wundheilung und die Reduktion postoperativer Komplikationen bei verkürzten Operationszeiten in der Literatur beschrieben.[27]

Behandlung von Hämangiomen der Lippe

„Hämangiom" wird als Oberbegriff für viele verschiedene Gefäßanomalien gebraucht. Für die Behandlung solcher Hämangiome ist – gerade im zahnärztlichen Bereich – eine klare Differenzierung zwischen kongenitalen vaskulären Tumoren und vaskulären Malformationen ge-

boten. Kongenitale vaskuläre Hämangiome sind im zahnärztlichen Fachbereich eher selten; sie treten im Säuglings- und Kleinkindalter auf und weisen einen typischen dreiphasigen Verlauf auf: In der Anfangsphase imponiert oftmals ein massives Wachstum („Proliferationsphase"). Nach einer Phase des Stillstands kommt es dann zur obligaten Rückbildung („Regressionsphase"). Der typische dreiphasige klinische Verlauf ermöglicht in der Regel eine eindeutige Abgrenzung zur Malformation, welche im Gegensatz zu den kongenitalen Hämangiomen im zahnärztlichen Bereich oft anzutreffen ist. Hier ist vor allem das Gebiet der Lippe betroffen. Für deren Therapie wird eine Vielzahl möglicher Therapieverfahren angegeben:[24]

1. *Die klassische operative Therapie*
   Aufgrund hoher intraoperativer Komplikationsraten (starke Blutung) stellt dieses Verfahren heute die Ausnahme dar.

2. *Modifizierte chirurgische Verfahren*
   Eine wesentliche Modifikation und Erweiterung wurde von Prof. Dr. Herbert Deppe (TUM München) beschrieben. Nach dem Punktieren des Hämangioms und abschließendem Absaugen des Blutes erfolgt das Einpressen eines Polyäther-Abformmaterials. Nach Aushärten des Polyäthermaterials erfolgt die chirurgische Entfernung des mit Abformmaterial gefüllten Hämangioms bei deutlich verringertem Risiko einer intraoperativen Blutung.

3. *Kryotherapie*
   Die Kryotherapie wird in der Literatur bei Hämangiomen bis 5 mm Dicke als erfolgreich beschrieben – und dies bei geringen Nebenwirkungen. Eine Anwendung dieses Verfahrens an der Lippe wird jedoch aufgrund der Gefahr von Narbenbildung sehr kontrovers diskutiert.

4. *Laserunterstützte Verfahren*
   Hier kommen vor allem Nd:YAG- und Diodenlaser zur Anwendung; vereinzelt werden auch Einsätze von Gelblicht- und Argon-Lasern in der Literatur beschrieben. Laserlicht hoher Energie wird mittels Fasern/Applikatoren in das Hämangiom eingebracht, bei deutlich verringerter intra- und postoperativer Blutung. Auch bei diesem Verfahren werden (unerwünschte) Narbenbildungen beschrieben.

▲ **Fall 6: Lippenband**
Abb. 8: Ausgangsbefund.
Abb. 9: Laserschnittführung.
Abb. 10: 14 Tage postoperativ.

11

12

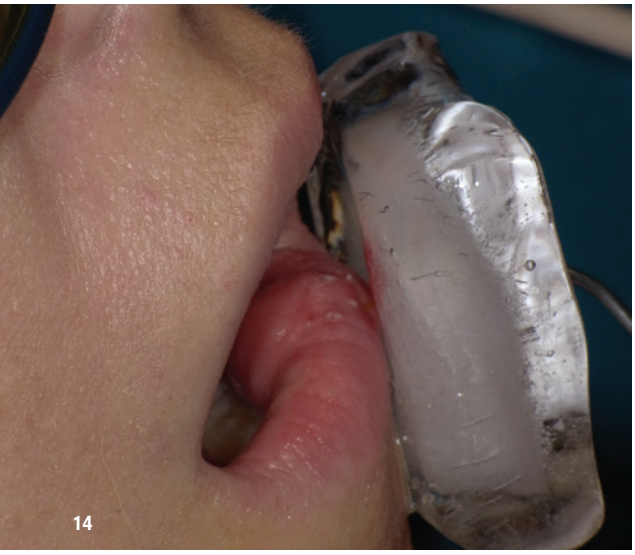
13

Was ist neu bei diesem laserunterstützten Kombinationsverfahren aus prä- und perioperativer Kühlung und intraoperativer Diodenlaseranwendung?
Während der Laserlichtapplikation erfolgt gleichzeitig eine Kühlung mittels eines Eisblocks, in dem die Faser geführt wird. Zentrale Idee der vorliegenden diodenlaserunterstützten Therapie von Hämangiomen der Lippe ist, die gute Absorption von Diodenlaserlicht der Wellenlänge 810 nm mit einer gleichzeitigen Kühlung mittels Eisblock zu kombinieren, um die beschriebenen Nebenwirkungen möglichst gering zu halten – bzw. im Idealfall zu verhindern.
Während der Behandlung ist der Patient mit saugfähigen Tüchern dicht abzudecken, da das schmelzende Eisblockwasser naturgemäß seinen Weg von der Lippe nach ventral sucht. Um eine konstant optimale Abdeckung des Hämangioms zu gewährleisten, ist die Verfügbarkeit eines zweiten Eisblocks mit Faserhalter als Reserve empfehlenswert.

Lasereinstelldaten
Das beschriebene Verfahren[26] bedingt die Verfügbarkeit eines Diodenlasers der Wellenlänge 810 nm mit Hoch- bzw. Digitalpulstechnik. Folgende Gerätedaten sollten für die diodenlaserunterstützte Hämangiomentfernung eingestellt werden:
Leistung: 20 W
Frequenz: 10.000 Hz
Puls: Pause: 1:5
Energie: 3,3 J
Pulslänge: 16,6 µs
Empfohlene Tips: 200 bzw. 400 µm

Limitation des Verfahrens
Dieses diodenlaserunterstützte Kombinationsverfahren zur Therapie von Malformationen der Lippe eignet sich ausschließlich zur Behandlung kleiner bis mittelgroßer Hämangiome. Die maximale Ausdehnung sollte eine Längen-Breiten-Ausdehnung von 2,5 × 2,5 cm nicht überschreiten.[25] Bei Hämangiomen dieser Größe und darunter konnten sehr gute bis gute Ergebnisse erzielt werden. Die Behandlung größerer Hämangiome sollte meiner Erfahrung nach mit dem beschriebenen Verfahren nicht erfolgen; hier sollten alternative Verfahren zur Anwendung kommen.

Zahnärztlich-internistische Laserschnittstellen
Eine weitere Therapieoption des Er:YAG-Lasers, der – wie bereits erwähnt – vor allem bei zahnärztlich-konservierenden Anwendungen zum Einsatz kommt, ist die Therapie des Schnarchens: eine den Schlaf und das familiäre Leben stark beeinträchtigende Funktionsstörung, die etwa 43 Prozent der Bevölkerung betrifft. Die Wirkung des Er:YAG-Lasers bei der Therapie des Schnarchens besteht in der Straffung des submukösen Kollagengewebes des Velums.
Monteiro et al. publizierten 2020 eine prospektive Studie mit 30 Patienten.[23] Diese wurden mit einem Er:YAG-Laser im Langzeitmodus (2 J/cm²) und im Glättmodus (8–10 J/cm²) im Oropharynxbereich behandelt. Der Schweregrad des Schnarchens konnte anhand der Mittelwerte der Epworth Sleepness Scale (9,97 ± 5,3 auf 6,5 ± 4,3; $p = 0{,}002$) und des OHIP 14-Scores (10,9 ± 6,2 auf 5,9 ± 5; $p < 0{,}001$) signifikant reduziert werden. Die Zufriedenheit der Patienten und ihrer Familien lag bei über 96 Prozent – auch sechs Monate nach der Therapie.
Die grundsätzliche Eignung des minimalinvasiven Einsatzes des Er:YAG-Lasers in der Schnarchtherapie wurde 2023 in einem Positionspapier der australischen Gesellschaft für Schlaf zwar bestätigt; im Gegensatz zu den zuvor zitierten Autoren wurde hier dem Lasereinsatz indes eine geringere Effektivität zugesprochen.[24]


14

15

Noch ein Blick nach vorne: Aktuelle Forschungstrends

Aktuelle Forschungen zum Lasereinsatz in unserem Fachbereich sowie in der HNO und der allgemeinen Chirurgie befassen sich mit folgenden Schwerpunkten:

Transorale roboterassistierte Chirurgie (TORS)
Diese Anwendung des Lasers im Kopf-Hals-Bereich ermöglicht ein „Um-die Ecke-Operieren".

Laseranwendungen bei neurochirurgischen Anwendungen im Kopf-Hals-Bereich
In der Neurochirurgie werden vermehrt Laserbehandlungen von Tumoren, stereotaktische Operationen und Epilepsiechirurgie beschrieben.

Kombinationstherapien
Ein weiterer Trend ist die Kombination von Laserchirurgie mit diagnostisch-optischen Verfahren, um intraoperativ Tumorgrenzen besser erkennen zu können.

Stand der Laserausbildung
Oftmals wird die Entwicklung der Laserzahnheilkunde mit der der Implantologie verglichen, dies mit dem Hinweis, dass beide Gebiete in ihrer initialen Phase vornehmlich von niedergelassenen Kolleg/-innen, teilweise gegen zunächst heftigen Widerstand aus der Hochschule, vorangebracht wurden.

Bei aller vermeintlichen Vergleichbarkeit der Ausgangssituationen gibt es dennoch erhebliche Unterschiede bezüglich des vermittelten Wissensstands der Kollegenschaft bezüglich Implantologie und Laserzahnheilkunde. So wird die Anwendung zahnärztlicher Implantate heute flächendeckend an allen Hochschulen gelehrt, flankiert von massiven Angeboten von Fachgesellschaften und Industrie: Die zahnärztliche Implantologie ist in der Tat zum „zahnärztlichen Allgemeingut" geworden.
Die Laserzahnheilkunde hingegen wird nach wie vor nur an einzelnen wenigen universitären Ausbildungsstätten gelehrt; eine Änderung ist hier nicht zu erwarten. Die Haltung der zahnärztlichen Körperschaften und Fachverbände ist aber zwischenzeitlich von einer eher zurückhaltend ablehnenden zu einer wohlwollend neutralen geworden.

▲ **Fall 7: Neues OP-Vorgehen mit Eisblöcken**
Abb. 11: Ausgangsbefund.
Abb. 12: Applikation Eisblock-Faser-Kombination.
Abb. 13+14: Laserlichtapplikation.
Abb. 15: Postoperative Kontrolle.

Abbildungen: © Dr. Georg Bach

kontakt.
Dr. Georg Bach
Rathausgasse 36
79098 Freiburg im Breisgau

Infos zum Autor | Literatur | Teil 1