Persönliche PDF-Datei für
Markus Hess, Susanne Fleischer

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de

Photoangiolytische Laser in der Laryngologie

10.1055/a-0682-2946
Sprache Stimme Gehör 2018; 42: 185–191

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kollegen und zur Verwendung auf der privaten Homepage des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Verlag und Copyright:
© 2018 by
Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN 0342-0477

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags

Thieme

Thieme

Photoangiolytische Laser in der Laryngologie

Photoangiolytic Lasers in Laryngology

Markus Hess, Susanne Fleischer

Mit photoangiolytischen Lasern wie dem KTP (Kalium-Titanyl-Phosphat, 532 nm Wellenlänge) Laser oder dem neuen „blauen“ Laser (445 nm Wellenlänge) können kleinste Gefäße innerhalb der Stimmlippen unter Schonung des darüberliegenden Epithels und der Lamina propria verödet werden. Dadurch kann jetzt noch besser der Forderung Rechnung getragen werden, bei der effektiven Behandlung von pathologischen Gewebeveränderungen wie bspw. bei Papillomen, Ödemen, Polypen, Leukoplakien, Dysplasien und ektatischen Blutgefäßen gleichzeitig die physiologische Schwingungsfähigkeit der Stimmlippe zu bewahren. Da das Laserlicht durch feinste Glasfasern in den Kehlkopf geleitet werden kann, sind schmerzfreie Eingriffe im Behandlungsstuhl mit indirekt transnasal eingeführten flexiblen Optiken (mit Arbeitskanal) wie auch Operationen in Vollnarkose während einer Mikrolaryngoskopie möglich. Ein neuer sog. „blauer“ Laser ermöglicht zusätzlich neben der Koagulation auch das Schneiden von Gewebe, dann meist in Mikrolaryngoskopie.

LERNZIEL

- Photoangiolytische Laser haben eine völlig andere Wirkweise als herkömmliche CO_2-Laser.
- Photoangiolytische Laser können über feine Glasfasern und flexible Optiken geführt werden und eignen sich daher für Operationen am wachen, nicht sedierten Patienten in der Praxis.
- Gerade in der schonenden Phonochirurgie der Lamina propria in den Stimmlippen sind gezielte Verödungen von Blutgefäßen durch photoangiolytische Laser möglich.

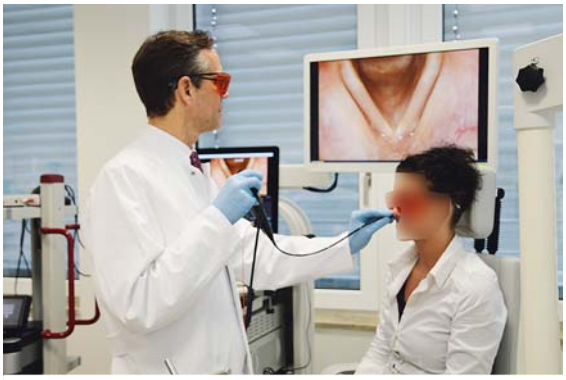
Einleitung

Operieren bedeutet Gewebe zu schneiden. Zumindest ist das eine allgemein übliche Vereinfachung der Herangehensweise von Chirurgen. Nach dem Schnitt durch das Epithel können viele chirurgische Techniken eingesetzt werden: Dissektion, Exzision, Koagulation, Nähen. Bei gutartigen Veränderungen an und in der Stimmlippe muss entschieden werden, ob die zwangsläufig immer nach operativen Eingriffen entstehende Narbe letzten Endes die Stimmlippenschwingung nicht noch mehr behindert als die gutartige Veränderung selbst. Denn Narben haben, bei allen guten Eigenschaften, eine für die Stimmgebung schlechte Eigenschaft – sie sind rigide und härter als Stimmlippengewebe und damit einer weichen, schnell oszillierenden Randkantenverschiebung abträglich. Noch schlimmer ist, dass es kein probates Mittel gibt, um Narben unkompliziert aufzuweichen oder gar aufzulösen. Als Therapie bleibt zwar immer die Exzision der Narbe, was aber wiederum eine erneute Vernarbung induziert. Es gilt also, die operationsbedingte Vernarbung erst gar nicht entstehen zu lassen. Und hier kommen die Vorteile eines photoangiolytischen Lasers zum Zuge [1].

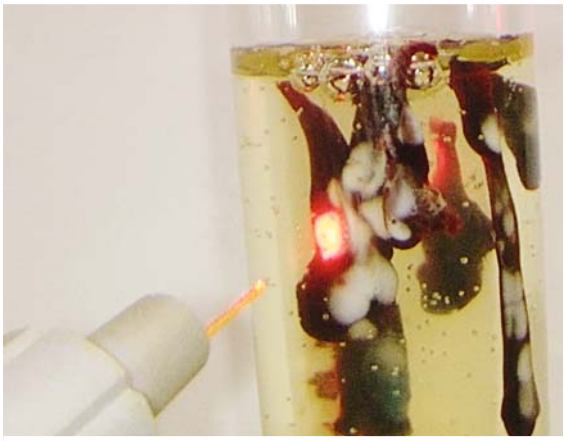
Eigenschaften der photoangiolytischen Laser

Wenn HNO-Ärzte bisher von Lasereingriffen sprachen, meinten sie fast immer den CO_2-Laser. Der mit einer Wellenlänge von 10 600 nm verwendete CO_2-Laser wirkt durch die Aufnahme der Laserenergie in dem im Zielgewebe enthaltenen Wasser. Da Wasser in allen Geweben des Körpers enthalten ist, kann der CO_2-Laser überall eingesetzt werden. Die Gewebeeffekte, die letztlich alle durch eine mehr oder weniger dosierte Wärmeaufnahme entstehen, heißen Koagulation, Karbonisation, Vaporisation oder Ablation. In jedem Fall wird beim CO_2-Laser die – immer wasserhaltige – Oberfläche des gelaserten Gewebes getroffen und durch die Wärme/Hitze verändert. Bei der Stimmlippe ist das immer zuerst das Epithel [2, 3].

Elektronischer Sonderdruck zur persönlichen Verwendung



▶ **Abb. 1** Laserbehandlung in der Praxis mit fasergeführtem photoangiolytischem Laserlicht. Eine 0,4 mm dünne Glasfaser wird durch den Instrumentenkanal einer flexiblen Optik am wachen Patienten schmerzfrei bis an die Stimmlippen herangeführt. Spezielle Laserbrillen werden zum Schutz des Auges getragen. Quelle: Deutsche Stimmklinik Management GmbH, Hamburg.



▶ **Abb. 2** In ein mit Eiweiß gefülltes Reagenzglas wird Blut eingeträufelt und gerinnt. Mit dem blauen Laser wird von außen gelasert. Durch den Photoangiolyse-Effekt bleibt das Eiweiß unverändert, während das Blut sofort koaguliert. Quelle: Deutsche Stimmklinik Management GmbH, Hamburg.

Photoangiolytische Laserstrahlen (Wellenlängen: pulse dye laser PDL = 585 nm; Kalium-Titanyl-Phosphat KTP = 532 nm; Argon-Laser = 514 nm; blauer Laser = 445 nm) werden so gut wie gar nicht von Wasser absorbiert, jedoch extrem viel stärker (manchmal Faktor 1 000 000!) von roten, braunen und schwarzen Farbstoffen. Im Gewebe ist das so gut wie immer (Oxy)Hämoglobin in den Blutgefäßen. Dieser „glückliche Umstand" der sehr unterschiedlichen Absorption von rot (Blut) gegenüber durchscheinend (Wasser) erlaubt eine selektive Tiefenwirkung des photoangiolytischen Laserlichtes mit Verödung von Gefäßen in der Tiefe bei gleichzeitiger Bewahrung der an der Stimmlippe meist durchscheinenden umgebenden bzw. darüberliegenden Gewebsschichten. Dieser Gefäßverödungseffekt unter Bewahrung der umgebenden Gewebsstruktur wird selektive Photoangiolyse genannt (Angiolyse = „Gefäßauflösung") [1]. Wie schon oben ausgeführt, wirkt dagegen ein CO_2-Laser gar nicht selektiv und trifft tiefer liegende Gefäße erst, wenn die darüberliegenden Strukturen zerstört sind. Das CO_2-Laserlicht ist durch das allseitige Wasser im Gewebe in seiner Wirkung eben nicht selektiv.

Material und Methoden

Von den verschiedenen photoangiolytischen Lasern verwenden wir seit über 15 Jahren den KTP-Laser (Nuvolas® bzw. Vorgängermodelle, A.R.C. Laser, Nürnberg, Deutschland) und seit über 2 Jahren den blauen Laser (TruBlue®, A.R.C. Laser, Nürnberg, Deutschland). Als Fasern bevorzugen wir 400 µm dünne Glasfasern. Für die transnasale fiberoptische Laserbehandlung in der Praxis setzen wir die Olympus Optik ENF Typ VT2 und VT3 ein (▶ **Abb. 1**).

Photoangiolytische Eigenschaften

Der oben beschriebene Effekt der selektiven Photoangiolyse kann eindrucksvoll nachgestellt werden. Wenn venöses Blut in ein mit Eiweiß gefülltes Reagenzglas getropft wird, bilden sich lange Blutfäden heraus. Werden letztere von außerhalb des Reagenzglases mit einem photoangiolytischen Laser mit 10 W und 20 – 30 ms Pulsdauer gelasert, so koaguliert das angestrahlte rote Blut, ohne dass das dazwischenliegende durchscheinende Eiweiß verändert wird. Da Eiweiß bei ca. 60 °C koagulieren und damit sichtbar blanchiert würde, kann mit diesem Experiment die selektive Angiolyse nachgestellt werden (▶ **Abb. 2**).

Beim klinischen Einsatz des KTP-Lasers werden die Gewebseffekte der verschiedenen Applikationstechniken nach der Klassifikation von Mallur und Mitarbeitern eingeteilt [4].

Blauer Laser im Schneidemodus

Vor allem mit dem blauen Laser (445 nm Wellenlänge) kann Gewebe außerdem effektiv geschnitten werden. Dies ist im Nichtkontakt-Modus und auch im Kontaktmodus bei entsprechend höherer Leistung mit gepulsten Laserapplikationen ohne größeren Koagulationsrand möglich. Den Schneidemodus setzt man v. a. während einer Mikrolaryngoskopie ein, wobei die Laserfaser in sauerstoffreduzierter Narkosebeatmung verwendet wird. Wenn die Parameter der gepulsten Energieapplikation, eine kontinuierliche seitliche Faserbewegung und der Faserabstand geschickt gewählt werden, kann ein visuell fast koagulationsfreier Schnittrand erzielt werden [3].

Elektronischer Sonderdruck zur persönlichen Verwendung

Nomenklatur

Seit Kurzem empfiehlt die Europäische Laryngologische Gesellschaft (ELS) für die Techniken einer Laseranwendung am Kehlkopf eine einheitliche Beschreibung. Demzufolge wäre eine Laseranwendung mit einer Glasfaser während einer Mikrolaryngoskopie in Vollnarkose als „transoral flexible laser surgery“ (TOFLS) bzw. bei transnasaler Anwendung mit einem flexiblen Endoskop mit Arbeitskanal in Lokalanästhesie als „transnasal flexible laser surgery“ (TNFLS) zu verschlüsseln [5].

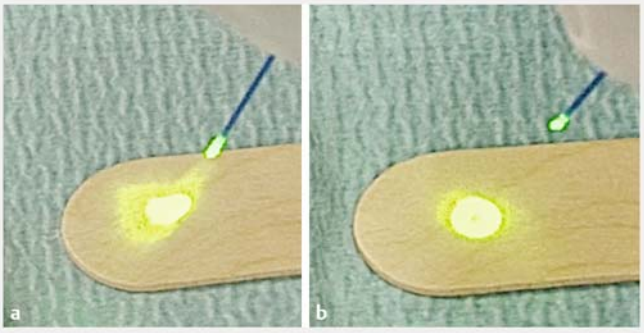
Phonochirurgische Anwendungen in der Praxis

Besonderheiten bei der Verwendung von fasergeführten Lasern

Auch wenn der Einsatz von Glasfasern einfach erscheint, so müssen doch einige Besonderheiten erwähnt werden. Jede Glasfaser muss vor dem Einsatz auf Integrität überprüft werden, insbesondere auf Faserbruch, Biegefestigkeit und glatte Faserspitze. Die Faser kann auch (mit einiger Übung) ohne Qualitätsverluste gekürzt werden. Die Prüfung erfolgt manuell und u. a. durch visuelle Kontrolle des Pilotstrahls aus dem Lasergerät (▶ **Abb. 3**) [2].

Sollte die Glasfaser einmal am Gewebe im Kontaktmodus angewendet worden sein, so kann eine Verschmutzung der Faserspitze einen Energieabgabeverlust an das Gewebe nach sich ziehen. Die Faserspitze würde die Energieanteile abfangen und heiß werden. In diesen Fällen könnte der Laser trotzdem durch einen begrenzten lokalen Wärmeeffekt bei Kontakttechnik wirken. In manchen Fällen möchte man diesen Effekt absichtlich erzielen und schwärzt die Faserspitze schon vor der Operation (sog. „pre-blackening“). Um aber die Glasfaser vor übermäßiger Überhitzung bspw. bei Verwendung einer Dauerleistung im continuous wave (cw) Modus zu bewahren, werden bei sehr hohen Energien firmenseitig Schutzgase zur Vermeidung einer Faserzerstörung vorgeschrieben. In der Phonochirurgie kamen wir bisher immer sehr gut mit der gepulsten Laserapplikation und ohne Schutzgase aus, sodass wir diese nie verwenden mussten. Wir machen uns einen anderen positiven Effekt des Pulsens zunutze. Zwischen den Laserpulsen kühlt das Gewebe in der „thermal relaxation time“ ab, sodass eine gepulste hohe Leistung ohne störende Karbonisation gewählt werden kann [3].

Bei allen möglichen Einflussfaktoren ist der wesentlichste Faktor zur vorhersagbaren Laser-Gewebe-Wirkung die Einhaltung des adäquaten Glasfaserabstands zum Gewebe. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Abstand und die Absorption in einem nicht linearen Verhältnis zueinander stehen (▶ **Abb. 4**). Man erkennt aus der Abbildung, dass eine Reduktion der Distanz um nur wenige Millimeter eine sehr deutliche Zunahme der Energieabsorption im Gewebe nach sich zieht.



▶ **Abb. 3** **a** Faserspitze gebrochen. Zerstreuter Pilotstrahl des Lasers. Quelle: Deutsche Stimmklinik Management GmbH, Hamburg. **b** Nach fachgerechtem Zuschneiden ist der Laserstrahl gebündelt und rund. Quelle: Deutsche Stimmklinik Management GmbH, Hamburg.

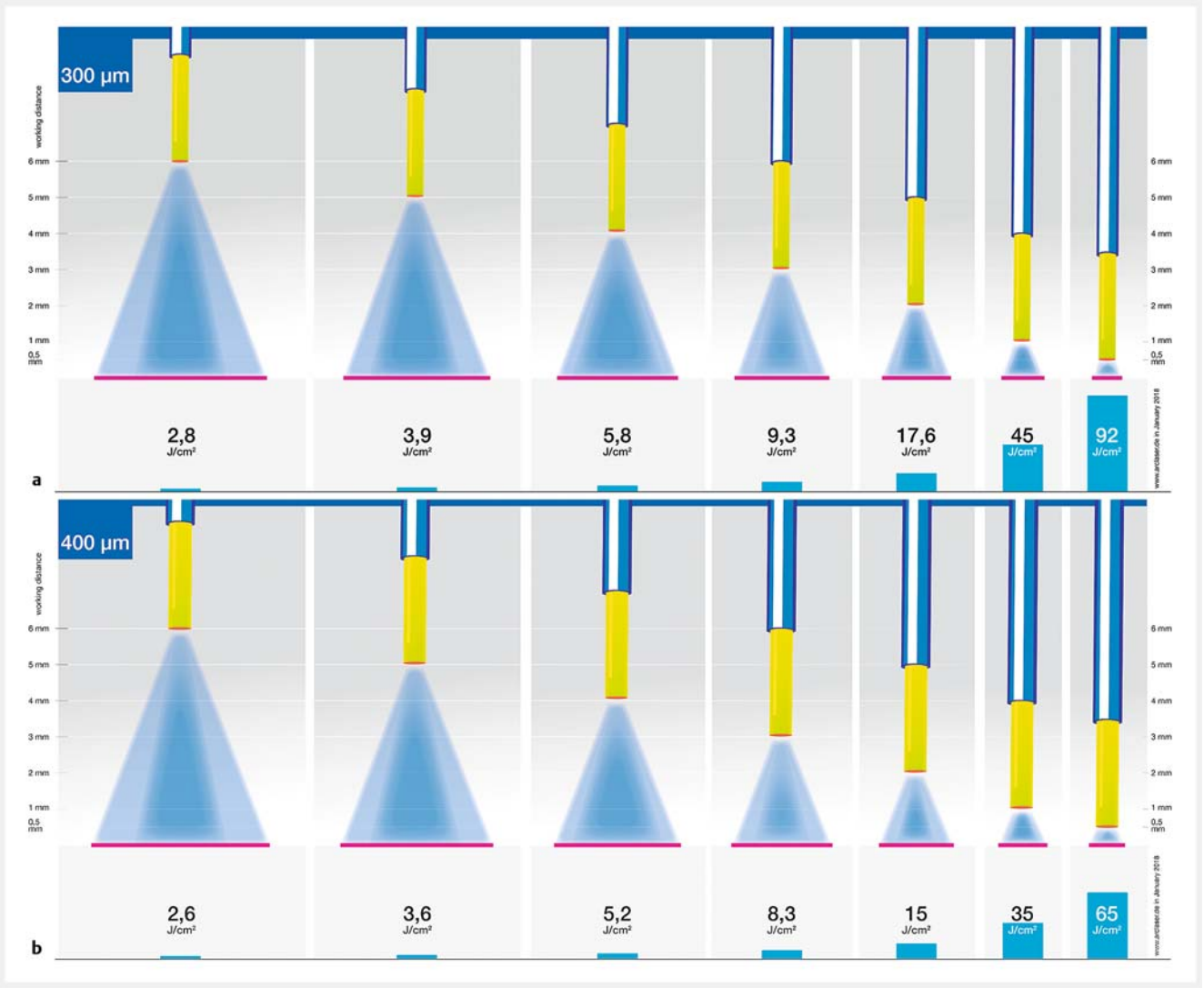
Sicherheitsvorschriften

Im Gegensatz zum CO_2-Laser ist bei photoangiolytischen Lasern zu beachten, dass ihre Laserstrahlen eine andere Charakteristik hinsichtlich der Abschirmung durch Glas und helle Kunststoffe haben. KTP und blauer Laser können quasi ungehindert durch ungefärbtes Glas strahlen – CO_2-Laserstrahlen würden effektiv blockiert werden. Neben vielen weiteren Sicherungsmaßnahmen müssen bei offenem Laserlicht frequenzspezifische Laserbrillen (meist braun, orange oder grün) getragen werden und die Eingriffe dürfen nur in geschlossenen Räumen oder zumindest mit abgeschirmten Fenstern erfolgen. Natürlich sind Laserbehandlungen, die man sich auf einem Monitor ansieht, für das betrachtende Auge nicht schädlich.

Laseroperationen im Behandlungsstuhl

Bei einem Eingriff in der Praxis ist der photoangiolytische Laser seitlich hinter dem Behandler platziert und wird von einer Assistenz bedient (An/Pause/Aus). Die Laserapplikation wird vom Operateur mit einem Fußpedal aktiviert. Nach Sprühanästhesie der oberen Atemwege mit Lidocain und zusätzlicher Oberflächenbetäubung des Endolarynx kann in einem viele Minuten langen Zeitfenster operiert werden.

Elektronischer Sonderdruck zur persönlichen Verwendung



▶ **Abb. 4 a, b** Die Absorption der Laserenergie hängt vom Abstand der Glasfaser vom Gewebe ab. Dieser Faktor muss bei der klinischen Anwendung Beachtung finden. Quelle: A.R.C. Laser GmbH, Nürnberg.

Operationen

Operative Eingriffe mit photoangiolytischen Lasern können im Behandlungsstuhl in Lokalanästhesie transoral, transnasal oder in Vollnarkose in Mikrolaryngoskopie durchgeführt werden. Die Faserführung geschieht bei transnasalen Eingriffen durch den Arbeitskanal einer flexiblen Optik, bei den anderen Anwendungen muss ein entsprechendes Handstück verwendet werden [1 – 4].

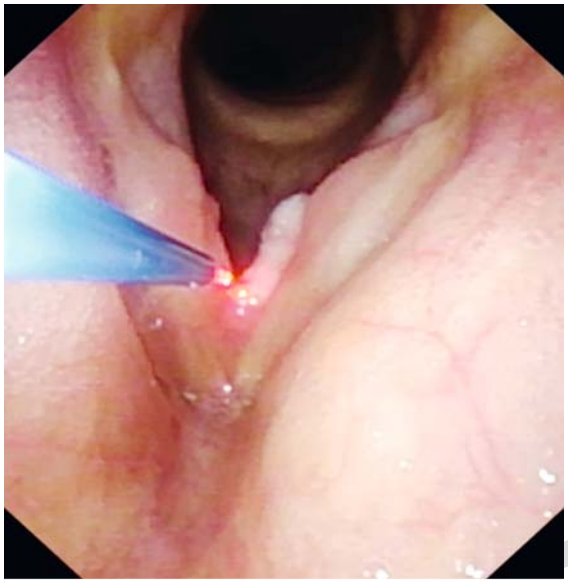
Larynxpapillome

Die Behandlung von Larynxpapillomen ist eine der Hauptindikationen für photoangiolytische Laser. Papillome haben prominente Kapillargefäße und bieten daher für die selektive Photoangiolyse ein gutes Ziel. Die Koagulation wird regelmäßig blutungsfrei durch Blanchieren erreicht [2, 3, 6 – 8]. Wir verwenden ein sich stetiges Nähern mit der Glasfaser während der gepulsten Laserung. Durch das Blanchieren erkennt man die ausreichende Energieabsorption am Zielgewebe. Eine Tiefenwirkung wird durch die Lasereigenschaft bewirkt. Gegen Ende einer Behandlung kann auch mit der Glasfaser in Kontakttechnik das verödete Gewebe mechanisch entfernt werden, um so eine Massereduktion zu erreichen und um die tatsächliche Tiefenwirkung zu überprüfen bzw. um ggf. weitere Laserung anzuschließen [4] (▶ **Abb. 5**, ▶ **Abb. 6**).

Reinke-Ödeme

Die Erfahrung mit dem KTP Laser hat gezeigt, dass Reinke-Ödeme auf die Behandlung mit dem photoangiolytischen Laser sehr gut ansprechen. Nach der Laserung involutiert das Ödem im Laufe der folgenden Tage mit entsprechender Massereduktion der Stimmlippe. Für uns hat sich als visueller Marker für die ausreichen-

Elektronischer Sonderdruck zur persönlichen Verwendung



▶ **Abb. 5** Transnasal flexible Endoskopie mit Lasereingriff bei Papillomen mit KTP Laser an der linken Stimmlippe. Deutlich sichtbare ‚Blanchierung' der Papillome ohne Blutung. Quelle: Deutsche Stimmklinik Management GmbH, Hamburg.

de Laserung des Ödems das sichtbare oberflächliche Blanchieren der Stimmlippe bewährt. Der endgültige Massereduktionseffekt stellt sich erst nach wenigen Wochen ein [9]. Der Patient sollte informiert werden, dass sich die Stimme vorübergehend durch eine interventionell bedingte zusätzliche Ödembildung sogar noch verschlechtern kann und der erhoffte Effekt erst später eintritt. Ggf. ist noch ein Zweiteingriff nötig.

Polypen

Ähnlich wie beim Reinke-Ödem reagieren Polypen gut auf eine photoangiolytische Laserung. Der Phonochirurg wird individuell entscheiden, ob ein glasiger Polyp eher durch ein Nichtkontaktverfahren mit niedrigerer Energie im 'staggered approach' gelasert wird, ein hämorrhagischer Polyp hingegen durch die lokale Wärmewirkung vielleicht doch noch besser auf höhere Energieabsorption durch eine Kontaktlaserung anspricht [10].

Vaskuläre Veränderungen

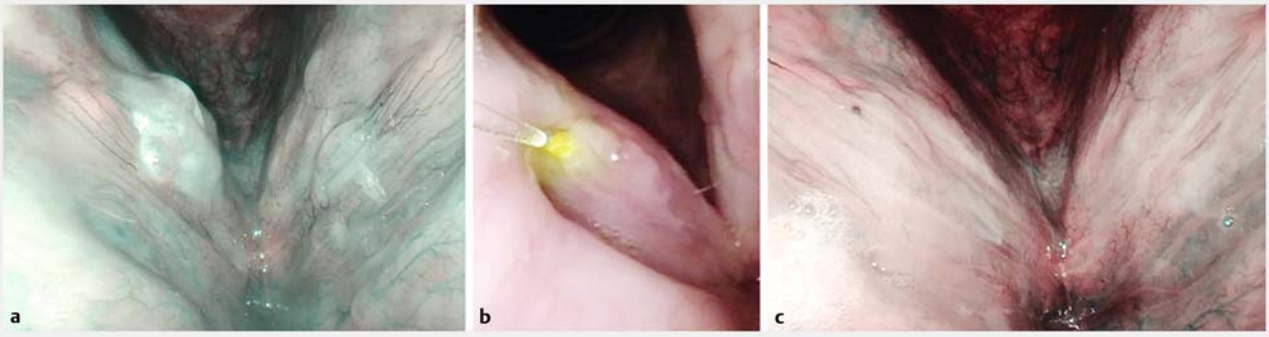
Epitheliale Kapillargefäße und tiefer gelegene, kleinere Blutgefäße können sehr gut selektiv photoangiolytisch behandelt werden. Größe und Lokalisation der Gefäße bestimmen das Vorgehen des Operateurs, der v. a. bei kleinen Gefäßen mit niedrigerer Energiedichte im gepulsten Modus die selektive Angiolyse anstrebt. Gerade bei den feinen Gefäßen ist die langsame Herangehensweise von besonderer Wichtigkeit [1 – 4].

Kontaktgranulome

Kontaktgranulome können durch die koagulierende oder karbonisierende Wirkung der Photoangiolyse gut behandelt werden. Hier empfiehlt sich der Kontaktmodus bei höheren Energiedichten im gepulsten Modus. In der Praxis wird man bei Kontaktgranulomen auch eine lokale Steroidinjektion als Kombinationstherapie erwägen. Als ultima ratio wird in seltenen Fällen eine zusätzliche lokale Botulinumtoxin-Injektion in den M. cricoarytenoideus lateralis oder interarytänoideus gewählt [1, 3].

Andere Läsionen

Durch den in der Zahnheilkunde beim blauen Laser auftretenden, bekannten antimikrobiellen Effekt erweitert sich das Indikationsspektrum der photoangiolytischen Laser auf den leukoplakischen Biofilm [11 – 13]. Ebenso wird über viele positive Behandlungsergebnisse nach photoangiolytischer Laserung bei der Behandlung von Dysplasien und sogar bei T1-Karzinomen der Stimmlippe berichtet [14]. Wahrscheinlich ist der positive Ef-



▶ **Abb. 6** Verlauf einer Laserbehandlung bei Papillomen. **a** Vor Therapie. Man erkennt mehrere Herde eines Papilloms (besonders gut bei NBI-Illumination sichtbar). **b** Intraoperative Lasertherapie am wachen Patienten. Papillome und Gefäße werden photoangiolytisch behandelt. **c** Monate nach der Behandlung. Auch mit NBI-Endoskopie sind keine Papillome sichtbar. **a–c** Quelle: Deutsche Stimmklinik Management GmbH, Hamburg.

Elektronischer Sonderdruck zur persönlichen Verwendung

fekt auf die Kombination von Verödung zuführender Blutgefäße und Gewebeabtrag zurückzuführen. Die Rolle der ernährenden Gefäße im Rahmen der Tumor-Angioneogenese spielen eine wesentliche Rolle, sodass deren Beeinflussung therapeutische Effekte erwarten lässt [1 – 3, 14, 15]. Wir haben v. a. den blauen Laser mit Erfolg bei chronischem Biofilm, hartnäckig rezidivierender Stimmlippen-Leukoplakie, histologisch nachgewiesen Dysplasien und auch bei der Lokalbehandlung von kleinen, umschriebenen Stimmlippenkarzinomen mit gutem Langzeiterfolg eingesetzt [3].

Zusammenfassung

Operationen mit einem photoangiolytischen Laser gehören in anderen Ländern (USA, Großbritannien) seit vielen Jahren zu den Routineverfahren, werden jedoch bisher in Deutschland nur von sehr wenigen Einrichtungen durchgeführt. Die photoangiolytische Lasertherapie bietet dem Phonochirurgen eine Erweiterung des therapeutischen Spektrums. Wir führten ambulante, transnasal flexible Eingriffe seit mehr als 10 Jahren in vielen Hunderten von Fällen erfolgreich durch und möchten diese Behandlungsalternative für unsere Patienten auf keinen Fall mehr missen. Die Möglichkeit der Glasfaserverwendung lässt die schmerzfreie Anwendung gerade in der Praxis am unsedierten Patienten zu, und bei den in Mikrolaryngoskopie „nicht einstellbaren Kehlköpfen“ benötigt man alternative Zugangswege. Selbst einige bösartige Erkrankungen können aufgrund der selektiven Photoangiolyse in Kombination mit lokalem Gewebeabtrag gezielt und weitgehend stimmbewahrend behandelt werden. Im Jahre 2014 hat die American Academy of Otolaryngology die Effektivität von photoangiolytischen Lasern in einem offiziellen Position Statement bestätigt [15].

FAZIT

Photoangiolytische Laser eignen sich ganz besonders für phonochirurgische Operationen an den Stimmlippen.

Danksagung

Die Autoren danken Herrn Nils Hofmann von A.R.C. Laser, Nürnberg, für die Bereitstellung einer Abbildung über Energieabsorption und Herrn Marcel Ernstberger für die Beratung über technische Aspekte von Lasern.

Schlüsselwörter

Photoangiolyse, Phonochirurgie, KTP Laser, blauer Laser, 445 nm Wellenlänge, indirekte Kehlkopfoperationen

Interessenkonflikt

Prof. Hess hat in den letzten Jahren mit verschiedenen Laser-Firmen kooperiert und teilweise finanzielle Unterstützung für Vorträge erhalten. Ein Interessenkonflikt mit dem Inhalt dieser Publikation wird verneint.

Autorinnen/Autoren

Markus M. Hess[1]

Prof. Dr. med., HNO-Arzt und Phoniater. Facharztweiterbildungen an den Universitätsklinika in Düsseldorf (HNO) und Freie Universität Berlin (Phoniatrie). Als HEISENBERG-Stipendiat der DFG für 1 Jahr in Boston an der Harvard Medical School und dem Massachusetts General Hospital. 1998 zum Direktor der Klinik und Poliklinik für Hör-, Stimm- und Sprachheilkunde am Universitätsklinikum Eppendorf (UKE) berufen. Schwerpunkte seiner Forschung: Stimmphysiologie, Stimmlippenschwingungsanalyse und Stimmstörungen verschiedenster Ursachen. Spezialisiert auf die Behandlung von professionellen Sing- und Sprechstimmen. Zusammen mit Dr. med. Susanne Fleischer und Dipl.-Ing. Frank Müller Mitbegründer der Deutschen Stimmklinik in Hamburg.

Susanne Fleischer[1,2]

Dr. med., HNO-Ärztin und Fachärztin für Phoniatrie und Pädaudiologie. Facharztausbildung für HNO-Heilkunde am Universitätsklinikum in Düsseldorf und Facharztausbildung für Phoniatrie und Pädaudiologie am Universitätsklinikum Mainz. Von 1999–2014 Oberärztin an der Poliklinik für Hör-, Stimm- und Sprachheilkunde am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (Leitung Prof. Dr. M. Hess). Schwerpunkt ihrer klinischen Tätigkeit: videoendoskopische Diagnostik, u. a. Analyse von Stimmlippenveränderungen. Zusammen mit Prof. Dr. Markus M. Hess und Dipl.-Ing. Frank Müller Mitbegründerin der Deutschen Stimmklinik in Hamburg.

Institute

1 Deutsche Stimmklinik, Hamburg
2 Klinik und Poliklinik für Hör-, Stimm- und Sprachheilkunde, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE), Hamburg

Elektronischer Sonderdruck zur persönlichen Verwendung

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Markus M. Hess
Deutsche Stimmklinik
Martinistraße 64
20251 Hamburg
E-Mail: hess@stimmklinik.de
www.stimmklinik.de

Literatur

[1] Zeitels S, Burns J. Office-based laryngeal laser surgery with the 532-nm pulsed-potassium-titanyl-phosphate laser. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg 2007; 15: 394 – 400

[2] Hess M, Fleischer S. KTP laser in the office. ENT & audiology news 2016; 25: 106 – 109

[3] Hess M, Fleischer S, Ernstberger M. New 445 nm blue laser for laryngeal surgery combines photoangiolytic and cutting properties. Eur Arch Otorhinolaryngol 2018; 275: 1557 – 1567

[4] Mallur PS, Johns MM 3rd, Amin MR et al. Proposed classification system for reporting 532-nm pulsed potassium titanyl phosphate laser treatment effects on vocal fold lesions. Laryngoscope 2014; 124: 1170 – 1175

[5] Remacle M, Arens C, Eldin MB et al. Laser-assisted surgery of the upper aero-digestive tract: a clarification of nomenclature. A consensus statement of the European Laryngological Society. Eur Arch Otorhinolaryngol 2018; 275: 657 – 658

[6] Zeitels SM, Akst LM, Burns JA et al. Office-based 532-nm pulsed KTP laser treatment of glottal papillomatosis and dysplasia. Ann Otol Rhinol Laryngol 2006; 115: 679 – 685

[7] Hartnick CJ, Boseley ME, Franco RA Jr et al. Efficacy of treating children with anterior commissure and true vocal fold respiratory papilloma with the 585-nm pulsed-dye laser. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 2007; 133: 127 – 130

[8] Kim HT, Baizhumanova AS. Is recurrent respiratory papillomatosis a manageable or curable disease? Laryngoscope 2016; 126: 1359 – 1364

[9] Young VN, Mallur PS, Wong AW et al. Analysis of Potassium Titanyl Phosphate Laser Settings and Voice Outcomes in the Treatment of Reinke's Edema. Ann Otol Rhinol Laryngol 2015; 124: 216 – 220

[10] Sridharan S, Achlatis S, Ruiz R et al. Patient-based outcomes of in-office KTP ablation of vocal fold polyps. Laryngoscope 2014; 124: 1176 – 1179

[11] Reichelt J, Winter J, Meister J et al. A novel blue light laser system for surgical applications in dentistry: evaluation of specific laser-tissue interactions in monolayer cultures. Clin Oral Investig 2017; 21: 985 – 994

[12] Gillespie JB, Maclean M, Given MJ et al. Efficacy of Pulsed 405-nm Light-Emitting Diodes for Antimicrobial Photodynamic Inactivation: Effects of Intensity, Frequency, and Duty Cycle. Photomed Laser Surg 2017; 35: 150 – 156

[13] Ihenachor EJ, Dewan K, Chhetri D. Pulsed dye laser treatment of primary cryptococcal laryngitis: A novel approach to an uncommon disease. Am J Otolaryngol 2016; 37: 572 – 574

[14] Zeitels SM, Burns JA, Lopez-Guerra G et al. Photoangiolytic laser treatment of early glottic cancer: a new management strategy. Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl 2008; 199: 3 – 24

[15] Position Statement: In-Office Photoangiolytic Laser Treatment of Laryngeal Pathology. American Academy of Otolaryngology – Head and Neck Surgery; 2014: www.entnet.org

Bibliografie

DOI https://doi.org/10.1055/a-0682-2946
Sprache · Stimme · Gehör 2018; 42: 185–191
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 0342-0477

Elektronischer Sonderdruck zur persönlichen Verwendung