レーザーを用いた頭頸部外科手術

竹 本 剛 折 田 浩 志 岡 崎 吉 紘

要旨：頭頸部外科領域では1970年代からレーザー手術が導入された。当科では、現在、半導体レーザーを導入し、頭頸部手術に使用している。ハンドピースの径は非常に細く、鼻内や口腔、外耳道などワーキングスペースが狭い場所でも使用できる。また、切開線がシャープで止血効果もあるため、当科では有用なホットメスとして使用している。今回われわれは、当科で施行したレーザー手術の集計を行った。5年間に114例のレーザー手術を施行し、悪性腫瘍は95例であった。切除した組織の病理標本を検討したところ、切除断端の熱変性は少なく、設定した腫瘍から切除線までの距離とほぼ同様であり、腫瘍を切除する際に、有用な器具であると思われた。

キーワード：レーザー手術，半導体レーザー，内視鏡手術

Summary Laser surgery on head and neck:

Tsuyoshi Takemoto, Hiroshi Orita and Yoshihiro Okazaki. Department of Otolaryngology and Head and Neck Surgery, Yamaguchi Grand Medical Center

We use a device for oral surgery (tongue, gingiva, cheek, oral floor), transoral pharyngo-laryngo surgery, endoscopic sinus surgery, and transcanal endoscopic ear surgery. The device has a very thin hand piece, enabling the treatment of narrow spaces (nasal cavity, ear canal). In endoscopic surgery, we use a filter that cuts the light produced by the laser, so we can see the display without bright light. We consider that our laser device is very useful not for general surgery but also for endoscopic surgery. Histologically, the edge of mucosa that was cut by our laser device is sharp. Therefore, the histological sample is not greatly damaged by heat, which is useful for pathological examination.

Key words: laser surgery, diode laser, endoscopic surgery

[Received May 13, 2019, Accepted Jul. 2, 2020]

はじめに

頭頸部外科領域では以前からレーザー手術が行われているが、時代とともに、使用するレーザーの種類や方法、適応疾患や領域も変化している。当科でも約20年前にYAGレーザー、KTPレーザーを導入し使用してきた。現在は半導体レーザーを導入し、従来から多く使用されている口腔手術に加え、経口的咽喉頭手術、内視鏡下鼻副鼻腔手術、内視鏡下耳科手術へも適応を広げている。今回われわれは、当科で施行したレーザー手術の集計を行い、その有用

性について若干の文献的考察を加えて報告する。

当科で使用しているレーザー

当科では、1997年にNd:YAGレーザー、KTPレーザー(Laserscope社製 Orion)を導入し、2014年7月まで使用した。使用器具の保守点検が困難となったのを契機に、2014年8月から、現在の半導体レーザー(飛鳥メディカル社製 ADL-20)を使用している。このレーザーは出力が20Wまでの範囲で自由に選ぶことができる。そして、400 μ m、あるいは600 μ mの石英ファイバーをハンドピースに通して使用する。よって、部位や場面に応じて使用する出力や石英ファイバーの太さを変えて使用す

山口県立総合医療センター耳鼻咽喉科
[令和元年5月13日受付，令和2年7月2日受理]

表 1 使用した機器と部位別の症例の内訳

部位	Nd:YAG	半導体	KTP	計	(悪性)	悪性の割合
舌	10	31	1	42	(31)	
歯肉	0	12	0	12	(12)	
頬粘膜	1	11	0	12	(12)	
口腔底	0	6	0	6	(6)	
咽頭	3	21	0	24	(24)	
喉頭	5	9	0	13	(9)	
その他	1	3	0	4	(1)	
計	20	93	1	114	(95)	83.3%

る。当科では、概ね、口腔や咽頭の手術では出力 10W で 600 μ m のファイバー、ラリソマイクロサージェリーや内視鏡下耳科手術では 5 W で 400 μ m のファイバーを使用している。接触でも非接触でも使用できるが、当科では接触のみで使用している。ファイバーそのものはコーティングされているため、先端のみコーティングを剥がして使用する。ハンドピースは多くの種類があるため、用途に応じて使い分けている。

対 象

2013 年 1 月から 2018 年 12 月までの 5 年間に、当科で行ったレーザー手術は 114 例（男性 97 人、女性 17 人）であった。年齢は 16 歳から 88 歳と幅広く使用しており、平均年齢は 66 歳であった。先述したように、対象の期間の途中で使用機器を更新したため、2014 年 8 月以降の症例が半導体レーザーを使用した症例であり、それ以前は Nd:YAG レーザー、KTP レーザーを症例によって使い分けていた。使用したレーザーの種類、症例の部位別の内訳を表 1 に示す。使用したレーザーの種類に関わらず、最も多かったのは舌の手術であった。それに加えて、歯肉、頬粘膜、口腔底といった口腔の手術に多く用いられていた。また、咽頭や喉頭の手術の多くは鏡視下の手術であった。その他の部位の中には、鼻副鼻腔と外耳道が 1 例ずつ含まれており、いずれも内視鏡下手術で用いられていた。また、114 例中 95 例（83.3%）が悪性腫瘍の手術であった。また、対象症例のうち、再建手術を必要としなかった経口的切除術のみの症例を部位別にまとめた（表 2）。口腔の症例が最も多かった。術後出血は 1 例のみであり、それ以外の症例はすべて翌日から経口摂取が可能であった。悪性腫瘍の症例のうち、再発の割合が口腔癌の症例で多かった。

表 2 部位別の部分切除症例

部位	症例	(悪性)	術後出血	再発
口腔	26	(15)	0	9
咽頭	4	(4)	1	1
喉頭	12	(8)	0	2

症 例

70 歳、女性。舌癌（舌右縁、SCC、T1N0M0）。

舌右縁の白板病変（図 1）に対して数 mm の安全域を設定して切除した（図 2）。切除後は PGA シートを貼付し、フィブリン糊で接着した。手術時間は 26 分、出血量は少量であった。切除後の病理組織学的検査では、切除面の断端は陰性であった。深部は筋層を少しつけて切除した。切除面の断端のレーザーによる熱変成は軽微であった（図 3）。

考 察

レーザーの医療への応用は、1961 年にルビーレーザーで網膜手術が行われたのが始まりとされている¹⁾。頭頸部外科領域では、1972 年、Strong ら²⁾ が喉頭手術に CO₂ レーザーを使用したのを契機に、喉頭以外の領域でも使用されることが多くなった。現在では、耳科領域、鼻科領域、口腔・咽頭領域でもレーザーが使用されるようになっている³⁾。また、頭頸部領域では、波長の長い方から順に、CO₂ レーザー、YAG レーザー、半導体レーザー、KTP レーザーがよく使用されている。波長の違いは、すなわち組織深達度の違いであり、波長が長ければ深達度は浅く、短ければ深達度は深くなる。また、レーザーは波長ごとに吸収されやすい物質が異なる。例えば、ヘモグロビンに吸収されやすい KTP レーザーは血管性病変に、水に吸収されやすく、創面の熱凝固層が少ない CO₂ レーザーは、病変が小さく微細な手術が必要な声帯病変に、といった具合であ

図 1 舌右縁の白板病変。触診上、深部への硬結は認めなかった。

図 2 切除後の状態。切除線はシャープで、周囲の熱変成も少ない。

図 3 切除標本の顕微鏡所見。(A) 弱拡大。(B) 囲み部分を拡大した。切除断端 (▲) の熱変成は軽微であり、筋組織 (△) の変成は見られない。

る。よって、目的とする病変の性状、大きさなどに応じてレーザーを使い分ける必要がある⁴⁾。文献⁴⁾をもとに、レーザーの種類と適応となる病変を表3にまとめた。当科ではこれまでNd:YAGレーザーと半導体レーザーを主に使用してきた。使用部位の内訳を見ると、その多くを口腔領域と咽頭の手術が占めていることがわかる。このことは、使用してきたレーザーの波長が比較的短く、深部組織の切離に有用であることから、そのような部位の手術に多く使用してきた結果と思われる。声帯の病変で、術後の音声機能も高品質に保つための手術、いわゆるtransoral laser microsurgery (TLM)を行う場合は、半導体レーザーよりもCO₂レーザーが良い適応との報告が多い^{5,6)}。これはCO₂レーザーが水に吸収されやすく、創面の熱凝固層も少ないため、微小な声門病変に適しているためである。また、非接触型CO₂レーザーを、顕微鏡に装着したマニピュレータを操作して照射できるため、小さい病変に対して

表 3 レーザーの波長と適応病変

	波長 (nm)	適応病変
KTP レーザー	532	血管腫
半導体レーザー	780 ~ 980	深部組織
Nd:YAG レーザー	1,064	やや深部組織
Ho:YAG レーザー	2,140	硬組織表面
CO ₂ レーザー	10,600	表在性病変

も精密な手術を行うことができ、非接触型であるため、狭い声門病変での器具の干渉も防ぐことができるからである。一方、泌尿器科領域や整形外科領域で頻用されているHo:YAGレーザーを、喉頭領域に使用した近年の報告⁷⁾もあり、今後のさらなる報告が待たれる。

レーザーは、種類によっては切開のみでなく、凝固、蒸散などの使用方法があり、組織に対するアプローチも、接触、非接触と2通りの方法が選択でき

る。また、レーザー機器の違いにより、ファイバークーブルを使用したり、アームがあったりと、操作性も異なる。当科では、現在、全例半導体レーザーを使用している。中空のハンドピースに石英ファイバーを通し、全例、ファイバーの先端を組織に接触させて使用している。また、使用方法は切開のみであり、蒸散は行っていない。細くてシャープな切開線を作ることができるホットメスとして使用しているからである。ファイバーの先端を接触させて組織を切開することで、繊細な手術を行うことができる⁸⁾。また、同じホットメスである電気メスと比べると、切除時に筋組織の筋収縮が起きないため、特に舌組織ではマーキングに沿った切開が容易となる⁴⁾。また、切除した組織の熱変性が少ないため、病理組織検査での切除断端の精査が影響を受けにくい⁹⁾。われわれの症例でも、病理組織標本では、切除断端の熱による組織変成は軽微であった。数か所の切除断端を顕微鏡下に計測したが、組織の変成は概ね150 μ m以下であった。そのため、シャープな切開線が得られており、筋組織への影響も認めなかった。悪性腫瘍のように、腫瘍からの安全域や切除断端の精査が必要な疾患でも、レーザーによる切開は有用と思われる。当科でも、レーザー手術を施行した症例のうち、83.3%の症例は悪性腫瘍であり、今後も、悪性腫瘍に対して積極的に使用していくつもりである。しかし、特に口腔癌の部分切除の症例では再発率が高かった。再建手術の症例では、当科では通常15mmの安全域を設定するが、部分切除の症例では、安全域は数mm程度となるため、たとえ、病理検査で断端陰性となっても、切除範囲としては不十分になっている可能性も考えられる。部分切除症例の安全域の設定については今後の課題と考えている。

レーザーの欠点として、術後の創傷治癒過程における再上皮化が遅れる、という報告¹⁰⁾もあるが、当科で経験した症例では、術後出血は1例のみであり、術後の上皮化が遅いという印象もあまりない。口腔、咽頭の多くの症例では、切除後の術創にPGAシートを貼付し、フィブリン糊で接着しており、このことも、術後創傷治癒を促進しているのではないかと考えている。最近では、内視鏡下の鼻科手術や耳科手術にも使用している。元来、当科で使用している半導体レーザーは、ファイバークーブルとハンドピースで構成されており、非常に細径のため、ワーキングスペースの限られる内視鏡下鼻科手術や耳科手術には好都合である。しかし、レーザー光を内視鏡のカメラを通して画面で見ると、真っ白に光って何も見えず、手術は不可能である。その際には、内視鏡とカメラヘッドの間に装着するフィル

図4 内視鏡手術の際に使用するフィルター。内視鏡とカメラヘッドの間に挿入して使用する。

ター（図4）を使用すると、内視鏡の画像を変化させることなくレーザー光のみを遮断できるため有用である。しかし、軟性電子スコープ下の手術ではフィルターが使用できず、レーザー手術の欠点である。また、半導体レーザーを使用する際には、手術室にいる人はレーザーによる視機能障害を防ぐためにクリアなゴーグル着用するが、内視鏡手術では、レーザーを直視しないため、視機能に対する危険性も軽減できる可能性がある。咽喉頭に使用の際には、吸引付きのハンドピースが使用できるため、レーザー使用中のミストはあまり問題にならないが、鼻内や耳内で使用する際には吸引付きハンドピースがないため、発生するスモークやミストを助手が吸引しておく必要はあるが、細径のハンドピースは狭い術野には有用であると考え、今後も内視鏡下手術に積極的に使用していきたいと考えている。

まとめ

当科での頭頸部領域で行っているレーザー手術について報告した。半導体レーザーはシャープな切開線を作ることができて、組織の熱変成も少ないこと、ハンドピースが細径で狭い術野で使いやすことが利点と思われる。しかし、ゴーグルを使用する煩雑さやミストの吸引が必要な点など欠点もある。利点は最大限活用し、欠点は、他のデバイスで補いながら、今後も頭頸部領域でのレーザー手術を行っていききたいと考えている。

当論文の要旨は、第29回頭頸部外科学会（2019年1月、仙台）にて口演した。

筆者は申告すべき利益相反を有しない。

文 献

- 1) 渥美和彦：レーザー医学の歴史からみた現代の課題と未来の方向. JOHNS, 10 : 723-729, 1994.
- 2) Strong MS, Jako GJ: Laser surgery in the larynx: early clinical experience with continuous CO₂ laser. Ann Otol Rhinol Laryngol 81 : 791-798, 1972.
- 3) 櫻井一生：耳鼻咽喉科領域におけるレーザー治療. 耳喉頭頸, 89 : 770-775, 2017.
- 4) 齊藤武久：口腔・咽頭領域におけるレーザー治療. 日本レーザー医学会誌, 30 : 152-158, 2009.
- 5) 板東秀樹, 杉山庸一郎, 岸本 曜, 他：早期声門癌に対するラリngoマイクロ手術の適応と手技：音声改善を目指して. 喉頭, 29 : 46-51, 2017.
- 6) 梅野博仁：喉頭微細手術の準備と手技. 日耳鼻, 120 : 1311-1317, 2017.
- 7) 松崎洋海, 牧山 清, 工藤逸大, 他：喉頭鏡下喉頭手術における Ho:YAG レーザーの臨床応用. 喉頭, 28 : 1-4, 2016.
- 8) 久保田彰：接触型レーザーメス. JOHNS, 32 : 1527-1529, 2016.
- 9) Angiero F, Parma L, Crippa R, et al: Diode laser (808nm) applied to oral soft tissue lesions: a retrospective study to assess histopathological diagnosis and evaluate physical damage. Lasers Med Sci 27 : 383-388, 2012.
- 10) Hendrick DA, Meyers A: Wound healing after laser surgery. Otolaryngol Clin North Am 28 : 969-986, 1995.