3. レーザー適応の問題点

*法 貴 昭

Symposium I : Laser Medicine and Surgery, Basic and Clinical in Broncho-esophagology

3. The Problems of Laser Surgery for Tracheo-esophageal Diseases

Akira Hohki, M.D.

Department of Otolaryngology, School of Medicine, Kobe University, Kobe

When laser is adapted to the region of trachea and esophagus, it must have merits in comparison with usual scalpel and other new therapeutic methods developed by modern engineering. For the application of laser to the region of trachea and esophagus, following five items were examined.

1. Characteristic mark in this region
2. Characteristic mark of laser in comparison with other new therapeutic methods
3. Various kinds of lasers to be adapted to this region, and these merits and demerits
4. Applicable diseases
5. The problems and the side effects

In conclusion, laser is very effective therapeutic method to many kinds of tracheal and esophageal diseases and has special merits in comparison with other therapeutic methods. However, we must grasp enough it's characteristics and recognize the limitation to it's adaptation.

Key words : laser, trachea, esophagus

はじめに

気管食道領域にレーザーを適用するには、従来のメスによる治療や、科学技術の発達により開発された新しいレーザー以外の治療法等に比べてメリットがなければ意味がない。そのために、以下の5項目について検討を加えた。I. 気管食道領域の部位的特徴, II. レーザーの他の治療に比較しての特徴, III. この領域に使用しうるレーザーの種類, IV. 適用疾患, V. その際に生ずる副作用と問題点。

I. 部位的特徴

レーザーをはじめ凍結手術, 超音波吸引手術, マイクロ波手術などを頭頸部領域に適用する場合, もっとも適用が容易であるのは顔面, 外耳, 口唇, 口腔, 頸部表面であり, いずれも直接的視診, 触診が可能な部位である(部位①)。次に適用しやすいのが外耳道, 鼻腔, 開窓された上顎洞と上咽頭, 中咽頭である(部位②)。さらに上咽頭, 下咽頭, 喉頭, 気管, 食道の順となる(部位③)。すなわち, 下咽頭, 喉頭, 気管, 食道は頭頸部ではもっとも深部に属し, 診断, 治療の困難な領域と言える。レーザーを用いて治

*神戸大学医学部耳鼻咽喉科

CO ₂ LASER 541 cases				
① 56 % (303)		② 34 % (184)		③ 10 % (54)
Nd-YAG LASER 42 cases				
① 57 % (24)		② 36 % (15)		③ 7 % (3)
Total 583 cases (M 245, B 338)				
① 327 (56 %)		② 34 % (199)		③ 10 % (57)
M 117 (36 %)	B 210 (64 %)	M 125 (63 %)	B 74 (37 %)	B 54 (95 %)
(1979. 3 ~ 1986. 10)				M 3 (5 %)

図1 レーザーを適用した疾患の部位

	① 顔面、外耳、口唇 舌・口腔、頸部	② 外耳道、鼻腔、上咽頭 中咽頭	③ 上咽頭、下咽頭、喉頭 気管、食道
CO ₂ レーザー			気管、食道
Nd-YAG レーザー			
凍結手術			
超音波吸引手術			
マイクロ波手術			

適用部位

図2 各種治療法の適用部位

表1 各種レーザーの長所と短所

	長 所	短 所
CO ₂ レーザー	粘膜、病巣の切開、切除 病巣の即時蒸散 レーザーマイクロサージェリー	止血能が劣る 深部病巣にやや適用困難
Nd-YAGレーザー	接 触 型 粘膜、病巣の切開、切除 病巣の凝固壊死	止血能が劣る
	非接触型 病巣の凝固、蒸散 レーザーマイクロサージェリー 狭い部位、深部に適用可能 止 血	凝固範囲の制御やや困難 蒸散能が劣る
光化学療法	病巣のみを治療しうる深部の病巣に適用可能	深在性腫瘍に効果不良

療した自験例は、1979年3月～1986年10月まで583例であるが、このうち①の部位は327例（56%）、②の部位は199例（34%）で、これに対し③の部位は57例（10%）に過ぎない。

II. レーザーの特徴¹⁾

前述の③の部位を治療する場合、通常の鋼メスでは非常に柄の長いものを要し、またそれに従って操作も困難となってくる。エネルギーの伝達方法が問題となる。凍結手術、超音波吸引手術、マイクロ波手術では、プローベと呼ばれる先端部分で手術を行うが、超音波吸引手術は③部位に適用可能な細く、長いプローベは現存していない。また凍結手術やマイクロ波手術では、この部位にも適用可能なプローベが開発されているが、高エネルギーを送ることは困難である。これに対してCO₂レーザーは、マイクロマニプレーターを用いて空間を直線的に上咽

頭、下咽頭、喉頭までは光としてエネルギーを送ることができ顕微鏡と連動して微細な手術も無血的に容易に行うことができる^{2),3)} (CO₂レーザー用のファイバーは現在開発中)。さらにNd-YAGレーザーは、オプティカルファイバーを通じて高エネルギーを送ることができ、しかも観察のための光をも同時に送ることが可能なので、内視鏡にも組込んで用いることができ、気管、食道領域では極めて秀れた能力を発揮する。

III. 使用するレーザーの種類

代表的なものはCO₂レーザー（波長10.6 μm）である⁴⁾。その長所は粘膜の切開、切除、病巣の即時蒸散、laser microsurgeryが可能となる点である。この場合、通常の鋼メスによる方法と比較して術者の視野の妨げにならない点、非接触性であることが秀れている。短所は止血能が劣ること、気管、食道のような深部病巣にはやや適

用困難であることである。次に, Nd-YAG レーザー (波長 $1.06 \mu\text{m}$) である。接触型と非接触型がある。ともに microsurgery が可能である。接触型では粘膜の切開, 切除, 接触型では病巣の凝固, 蒸散に秀れている⁵⁾。細いファイバーを通じてエネルギーを送り, かつ同時に観察のための光も送ることができるので気管, 食道領域には秀れた効果を期待しうる。しかし, 接触型では止血能が劣ること, 非接触型では凝固範囲の制御がやや困難であること, 蒸散能が劣ることなどの欠点がある。最後は光化学療法である⁶⁾。本療法は腫瘍組織のみを選択的に治療することができること, 気管, 食道領域に容易に適用できる点が長所である。短所は深在性腫瘍に効果が不良なことである。

IV. 適 応 疾 患

以上の事項から, 気管食道領域における現状でのレーザーの適応は自ずと決定される。

1) 良性疾患

a) 気管, 喉頭, 食道の瘢痕狭窄⁸⁾: 瘢痕組織の除去には CO_2 レーザーを用いると殆んど出血なしに蒸散することができる。しかし, 気管, 食道では CO_2 レーザーを適用することが困難なことが多いので, この場合はヤグレーザーの通常型を用いると良い。レーザー光を管腔の縦軸に平行に照射して, 瘢痕を少しずつ凝固させて, 吸引等で除去, また照射して凝固, 吸引をくり返して少しずつ除去するのが良い。あまり大きな出力を用いない方が良い。出力が大きいと凝固が予期しない部分にまで及び, 後日穿孔を来す危険性がある。この場合, ヤグレーザーは観察のための光をもファイバーを通じて送ることができるので便利である。瘢痕狭窄の場合, 単にレーザーで除去しただけでは, 再び瘢痕形成を来す可能性があるため, 術後シリコンステント等の使用が必要な場合が多い。レーザーを用いると出血が殆んどなく, 明視下に手術ができるので危険性が少ない。

b) 炎症性肉芽, ポリープ^{9), 10), 11)}: 鋼メスや鉗子による切除に比較しての特徴は, 出血が少ないため術野の観察が容易で, 術後の出血, 浮腫の心配のないことである。

c) 嚢胞: 特に舌根嚢胞に有用である。一般に, 鋼メスや鉗子による切除では, 出血等により十分な視野が得られず, 嚢胞の取り残しを来たしやすく, しばしば再発を認める。Laser microsurgery を行うと, 嚢胞壁の蒸散および原発部位の確認が容易で, 取り残しが少なく, 再発することが少ない。

d) 血管性病変 (血管腫, リンパ管腫)¹²⁾: 血管腫に対しては, CO_2 レーザーはときとして出血を来すことがあるので注意を要する。可及的に defocused beam で病巣を凝固して後, 蒸散する方が良い。その点, ヤグレーザーの方が容易に凝固させることができる。いずれにしても, 術後の出血がないようにしなければならない。リンパ管腫では, 嚢胞状限局性リンパ管腫は CO_2 レーザーが特に有効である。

e) 乳頭腫¹³⁾: 特に若年性乳頭腫症¹⁴⁾には有力な治療手段となる。凍結手術のごとく, 術後に浮腫を来すことがないために, 気管切開の必要がないこと。また腫瘍部分のみ蒸散することができるので, 他の部分を傷害しないので腫瘍の播種の危険性が少なく, また出血が少ないことが特徴である。喉頭, 咽頭では, CO_2 レーザー, 気管ではヤグレーザーを用いると良い。

2) 癌前駆症^{15), 16), 17)}

主に白板症, 乳頭腫で部位的には喉頭が対象である。本疾患は悪性腫瘍ではないので, 放射線治療や化学療法や喉頭摘出術の対象とはならない。しかし, 通常の laryngomicrosurgery では摘出困難な疾患で, レーザーによる治療がもっとも適している。Laser microsurgery により声門下の病変をも処置することができる。しばしば再発するので, 数回の手術が必要なことが多い。喉頭癌前駆症は癌化する確率が高いので, そのつど十分に病理組織検査を行う必要がある。

3) 悪性腫瘍^{18), 19), 20)}

喉頭, 気管, 下咽頭, 食道領域の悪性腫瘍に対して, レーザーを用いて根治的治療を行うことは, 種々の困難を伴う。レーザー治療がもっとも行いやすい舌癌と比較するとよく理解できる。舌癌²¹⁾では, レーザーにより健常組織も含めて en bloc に摘出可能であり, 病理組織学的

に検索して完全に摘出されたか否かを確認することができる。しかも、術後容易に再照射が可能であり、また経過観察には視診、触診を直接行うことができる。

これに対し気管食道領域癌では、手術には全身麻酔が必要で、支持喉頭鏡、気管支鏡、食道鏡を用いてもレーザーで en bloc に腫瘍を摘出することが困難であること、そのため病理組織学的検索も十分行いえないこと、また広範囲にレーザー照射を行うと穿孔の危険がある（著者は食道癌症例に対して凍結手術を行い、腫瘍は消失したが、過凍結のため気管食道瘻を来した経験がある）。またレーザー照射は通常上方からの一方向からしか行うことができない。その上、術後の観察も舌癌のように容易ではなく、視診もファイバーや間接鏡を通じて観察するのみである。このことから、現状ではレーザーが主体となるような根治治療の対象となりうるものは初期喉頭癌のみである。他は併用治療や、集学的治療のうちの腫瘍減量の一治療法と考えるのが妥当である。

以上、気管食道領域に対するレーザー治療について述べたのは、喉頭鏡、食道鏡、気管支鏡を用いる、いわゆる非経皮的治療についてであるが、喉頭截開術、喉頭部分切除術、頸部皮膚切開した後の気管や食道に対するレーザーの応用については、前述のごとくレーザーの特徴を用いて切除、蒸散に応用することができる。

V. レーザー治療における問題点と副損傷

気管食道領域における非経皮的レーザー治療では、経皮的治療と異なり病巣を en bloc に摘出することは困難である。このため、術前の部位診断、術中の観察、術後の経過観察は特に正確さを必要とする。しかし、本領域では視診、触診、レントゲン診のうち、触診にはあまり期待できないので、視診が中心となる。その視診にしても、通常は間接鏡かファイバースコープによる間接的方法である。直視下に観察するには、直達鏡下、気管支鏡、食道鏡を必要とし、簡単に行うことができない。また患者にとっての負担も軽くない。その上、触診の方向が上方の一方向からに限られている。このため、診断

の精度にも問題がある。

レーザーの照射も上方および側方からのみで、①の部位のごとく十分な照射方向が得られない。またくり返しの手術が簡単に行えない。さらにレーザー治療に伴う副損傷がある。

レーザー手術の副作用のうち、本領域でもっとも重大なものは、高エネルギーを狭い腔内に投入することによる障害である。

1) 発 煙：特に CO₂レーザーを用いて組織を蒸散した場合に生じる。これに対しては吸引によって排煙すること、排煙が十分でない場合は、照射を中止する必要がある。

2) 発 火²²⁾：狭い腔に対し、高エネルギーのレーザーを照射した場合 (Joul = watt × time)、対象の病巣にうまく照射されていれば、その部の凝固、蒸散されるが、これが他の部位、特に挿管チューブに当たると発火する可能性がある。また支持喉頭鏡、気管支鏡、食道鏡の金属部分に当たるとその部が高熱となり、接触している組織を損傷する可能性がある。CO₂レーザーの場合、湿綿や水分を含んだガーゼで被覆することにより防止することができる。しかし、ヤグレーザーの通常型の場合には、水を透過したり、透明なチューブを透過して予期しない部分にエネルギーが吸収されるので、特に注意を要する。

一方、金属や白色部はレーザー光を反射して、他の部分にエネルギーが吸収される可能性がある。

いずれにしても、正しい照射を行うことが基本である。

3) 誤照射：挿管チューブ等の人工物に対する直接および反射による誤照射および病巣以外の健常部にレーザーを照射することがあり、注意を要する。

4) 過剰なエネルギーの投与：管腔を形成する臓器に、レーザーを過剰に照射した場合、組織の過剰の壊死を来たして穿孔を起こすことがあり注意を要する。特にヤグレーザーの場合、エネルギーが照射部より周辺に散乱するので、予想以上の組織変化を来たすことがあり、注意を要する。

術後に生じる副損傷のうちもっとも重大なも

図3 穿孔の成立

のは穿孔, 瘻孔, 出血である。もちろんこれは術中にも起こり得る副損傷である。

1) 穿孔, 2) 瘻孔・気管, 食道のごとき管腔臓器では, 常に念頭に入れておかなければならない副作用である。特に, 腫瘍が粘膜層のみならず, 筋層まで及んでいるような場合は, 注意しなければならない。術中に穿孔を生じる可能性はもちろんのことであるが, 非接触型のヤグレーザーを高エネルギーで照射した場合, 初めに照射野の周辺まで凝固層が拡がり, 次いで照射野に深い欠損を生じることから, 術中, 術後に穿孔を生じる可能性がある。

3) 出血: CO_2 レーザーでは, 組織を次々と蒸散することができるので, 比較的太い血管を損傷して出血を来す可能性がある。顕微鏡と連動して, laser microsurgery を行うと, 良い視野が得られ, 防止することができる。

4) 浮腫: 非接触型ヤグレーザーでは, 照射野の周辺に浮腫を生じることがある。

5) 瘢痕: 比較的軽度である。

VI. 結 論

気管, 食道領域に対するレーザーは極めて有用な治療手段であり, 他の治療法にない特徴をもっている。ただしこれらの特徴を十分把握して用いることが重要であり, またその限界をも知っておく必要がある。

文 献

1) 法貴昭: 頭頸部がんの集学的治療, 癌と化学療

法, 13: 1777-1783, 1986.

2) Strong, M. S. et al.: Laser surgery in the larynx. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 81: 791-798, 1972.

3) 三橋重信: 炭酸ガスレーザー外科, 日耳鼻, 78: 1244-1248, 1975.

4) 法貴昭・他: 頭頸部悪性腫瘍に対する炭酸ガスレーザーによる治療, 耳鼻臨床, 75: 740-750, 1982.

5) 中原朗・他: 各種レーザー治療における改良と工夫 (特に接触法, 穿刺法と照射法の比較について), 日本レーザー医学会誌, 5: 185-196, 1985.

6) 加藤治文・他: 肺癌に対する光化学療法の問題点とその対策, 日本レーザー医学会誌, 5: 103-108, 1985.

7) Wile, A. G. et al.: Laser photoradiation therapy of cancer following hematoporphrin sensitization. Laser Surg. Med., 2: 163-168, 1982.

8) 三橋重信・他: 耳鼻咽喉科領域におけるレーザー手術の可能性と限界, 耳鼻臨床, 74: 2767-2782, 1981.

9) 三橋重信: レーザー手術, 耳鼻と臨床, 25補2: 364-377, 1979.

10) 村上嘉彦: レーザー手術, 耳鼻と臨床, 25補2: 358-363, 1979.

11) Freche, ch. et al.: Laser Tokyo 81 (Atsumi, K. & Nimsakul, N.) (Japan Society for Laser Medicine) Inter Group, p. 6-13, Tokyo 1981.

12) 法貴昭・他: 口腔内血管性病変 (血管腫およびリンパ管腫) の治療, JOHNS, 2: 639-645, 1986.

13) 法貴昭・他: Oral florid papillomatosis および類似疾患について, JOHNS, 2: 633-637, 1986.

14) 高島莊二・他: 若年性 (小児) 喉頭乳頭腫の治療, 耳鼻臨床, 75: 691-699, 1982.

15) Roodenburg, J. L. N. et al.: Treatment of superficial lesions of the oral mucosa with carbon dioxide laser. A report of 58 cases with 5 years follow up. J. Exp. Clin. Cancer Res., 3: 283-286, 1983.

16) Horch, H. H. et al.: CO_2 laser treatment of oral dysplastic precancerous lesions. A preliminary report. Laser Surg. Med., 2: 179-185, 1982.

17) 法貴昭・他: 白斑症 (口腔内) について, JOHNS, 2: 651-655, 1986.

18) 井上鐵三: Laser 光による頭頸部癌の治療, 日本レーザー医学会誌, 5: 22-29, 1984.

19) 平野実: CO_2 レーザーによる頭頸部がんの治療, がんの臨床, 31: 673-678, 1985.

20) 黒野祐一・他: 頭頸部腫瘍に対するレーザー手術の検討, 耳鼻臨床, 75: 1525-1533, 1982.

21) 法貴昭・他: 舌癌のレーザーによる治療, JOHNS, 2: 675-678, 1986.

22) Ossoff, R. H. et al.: CO_2 laser in otolaryngology head and neck surgery. A retrospective

analysis of complications. Laryngoscope, 93 :
1287-1289, 1983.

別刷請求：〒650 兵庫県神戸市中央区楠町7-5-2
神戸大学医学部耳鼻咽喉科
法貴 昭