

呼吸器外科における高出力レーザー治療の安全ガイドライン

1. 目的

進行肺癌などによる中枢気道狭窄に対するレーザー焼灼などによる気道開大術は、姑息的治療であるが呼吸困難の回避、QOLの改善に寄与している。現在、内視鏡的に使用可能なレーザーは、Nd:YAGレーザー、CO₂レーザー、アルゴンダイレーザー、エキシマレーザーなどがある。これらは、組織進達度は出力により数mmから数cmまで達し、腫瘍の焼灼だけでなく血管凝固能にも優れ、気道出血にも適応が可能である。逆に比較的深部まで焼灼が及ぶことから気管支壁損傷、深部の血管損傷などを引き起こす可能性がある。その使用を誤ると、レーザー受療者に重大な障害を与える危険性がある。また、レーザーの種類、使用方法も多様化しており安全使用指針が必要である。このような状況から、呼吸器外科領域における高出力レーザーの安全使用のために、「安全ガイドライン」を定め、適正使用と安全の確保の徹底を図ることを目的とする。

2. 高出力レーザーを使用するための医療機関の条件

レーザー装置・機器の扱いに習熟した医師が所属している医療機関で実施することが必要である。特定非営利活動法人日本レーザー医学会の認定施設、呼吸器内視鏡学会、呼吸器外科学会の認定を受けた医療機関で使用することが適切である。

3. 高出力レーザーの適応

気道狭窄に使用する際には、狭窄より末梢の気道開存が画像、内視鏡所見で確認できること、狭窄部位が気管から葉気管支までの病変であることなどである。

これらの条件を評価するために、呼吸苦の有無などの問診、動脈血液ガス測定、呼吸機能検査、胸部単純X線、胸部CT、三次元CTなどの画像診断を行う。三次元CTは、病巣の広がりを判定するのに有効である。さらに、気管支鏡検査を施行し、病変部の観察を行い、レーザー焼灼が可能かどうか判断する^[1-4]。

4. 内視鏡の選択

レーザー照射に用いられる内視鏡は、気管支ファイバースコープ、気管支電子スコープ、硬性気管支鏡であるが、それぞれの特性を考慮し内視鏡を選択する。

5. レーザー焼灼の禁忌

患者の呼吸状態が悪く、気管支鏡検査に伴う低酸素に耐えられない場合、活動性の炎症、特に結核病巣に対する焼灼。この場合には、焼灼施行後に強い癒痕性狭窄を引き起こす可能性がある。出血点不明の出血性病変に対する凝固なども原則的に禁忌である。

6. 気管支鏡下レーザー焼灼時の注意事項

- 1) 目的以外の部位、組織が影響を受けないような措置を講ずる。Nd:YAGレーザーなどは深達度が数mmに達するため、焼灼範囲以上に凝固、壊死がおこることを十分に考慮する必要がある。
- 2) Nd:YAGレーザーなどは、反射光にもエネルギーがあり、散乱光にも十分注意する必要がある。患者はもちろんのこと、医療者に対する安全も確保する。そのために、レーザー治療を開始するときには、保護めがねを着用する。レーザー発振時の誤照射を防ぐためにレーザー装置

の点検した後に治療を開始する^[5,6]。

- 3) 進行肺癌などによる気道狭窄のために、呼吸状態が悪い場合などが多く、処置中の呼吸管理注意が必要である。特に、高濃度酸素下に行うのは、極めて危険であり、気道内の酸素濃度をモニターし、焼灼する際には35%以下が望ましい。高濃度酸素下では、気道内での暴発、延焼、気管チューブなどへの着火などの危険性がある。呼吸状態が悪く血中酸素飽和度が低下する場合には、一時的にレーザー焼灼を中断し、酸素の投与を行う^[7-9]。
- 4) 気道内でレーザー焼灼により発生する有害ガス (fume) を患者が吸い込まないように、患者の呼気に合わせてレーザー照射する。また、可及的に体外に吸引し、肺に与える影響を最小限にとどめるようにする。大量の fume を吸引したり、新規気道の開口による換気血流不均衡、出血の吸入、長時間の低酸素状態から急性呼吸不全をきたすことがあるので注意が必要である。
- 5) レーザー焼灼時の気道浮腫に注意する。焼灼は、原則として辺縁部から開始し、残存気道を少しずつ拡張させるような方向に焼灼する。気道狭窄の原因になっている腫瘍の中央部分から焼灼したり、一度に広い範囲を焼灼したりすると、腫瘍が一時的に浮腫をきたし狭窄症状が悪化する場合がある。
- 6) レーザー焼灼による出血に注意する。気管支壁を穿通させないために一度に照射しすぎないようにする。また、気管支腔内の方向性、軸を確認しながらレーザー照射を行う。気管支動脈系からの出血は、ボスミン生食水の散布、気管挿入チューブのカフによる圧迫で制御可能である。しかし、気管分岐部、左主気管支、右主気管支前面、右中間気管支幹などからは、肺動脈出血することがあり、この場合には大出血し制御困難で、致命的合併症になることがある。このような大出血をおこさないように、腫瘍と周囲との解剖学的位置関係をよく念頭に置き、レーザー焼灼する必要がある^[10]。
- 7) 医療者に対する安全性の確保のために、保護めがねを着用し目を保護する。機器の保守、管理、Nd:YAG レーザー照射用の石英ファイバーの断線などに注意する^[11]。

7. 気管支鏡下レーザー焼灼後の注意事項

レーザー治療後、定期的に内視鏡等で病巣の経過を観察することが必要である。

8. レーザーによる開胸法

CO₂ レーザーは、水分に吸収されるために正常部位へのレーザー照射による組織障害を予防するために、水分含有ガーゼなどを周囲に置く。特に皮膚切開、皮下軟部組織などに対して使用する際には、金属製の手術器具によるレーザー光の反射が起こりにくくなるような処置を行う^[12-14]。

9. レーザーによる腫瘍摘出術

外科手術など (切開、止血) に対して CO₂ レーザー、Nd:YAG レーザー、KTP レーザー (Nd:YAG レーザーの第2高調波発生)、半導体レーザーを使用する際には、波長や侵達度などをよく熟知した上で行う^[12-14]。

10. インフォームドコンセントの実施

副作用・合併症などのインフォームドコンセントを充分に行うこと。

11. ガイドラインの変更

精度の高いかつ安全でEBM (Evidence-based Medicine) に基づいた医療を提供するために、ガイドラインは適宜改訂する。

【参考文献】

- [1] Venuta F, Rendina EA, De Giacomo T, et al.: Nd-YAG laser resection of lung cancer invading the airway as a bridge to surgery and palliative treatment. *Ann Thorac Surg*, 74: 995-998, 2002.
- [2] Laranne J, Lagerstedt A, Pukander J, et al.: Wound healing and soft tissue effects of CO₂, contact Nd: YAG and combined CO₂-Nd:YAG laser beams on rabbit trachea. *Acta Otolaryngol*, 117: 909-917, 1997.
- [3] Noppen M, Schlessler M, Meysman M, et al.: Bronchoscopic balloon dilation in the combined management of postintubation stenosis of the trachea in adults. *Chest*, 112: 1136-1140, 1997.
- [4] 白石武史: 診断手技の First choice - レーザー照射, バルーン拡張術, ステント. *JJSB*, 25: 469-474, 2003.
- [5] 荒井恒憲: 新しい医用レーザー装置. *JOHNS*, 10: 737-741, 1994.
- [6] 鈴木博昭, 増田勝紀: 高出力半導体レーザーシステムの内視鏡治療への応用. *日本レーザー医学会誌*, 14: 21-25, 1993.
- [7] Dumon JF, Dumon MC: Dumon-Novatech Y stents: a four-year experience with 50 tracheobronchial tumors involving the carina. *J Bronchol*, 7: 26-32, 2000.
- [8] 菊池功次, 柿崎徹, 澤藤誠, ほか: 気管気管支の腫瘍性病変に対する YAG レーザー治療. *胸部外科*, 45: 14-18, 1992.
- [9] 宮澤輝臣: 悪性気道狭窄における Temporary Stenting と Definite Stenting. *JJSB*, 20: 663-666, 1998.
- [10] 古川欣也, 臼田実男, 鈴木明彦: 中枢気道狭窄に対するステント気道再建術と治療成績. *日本気管食道科学会報*, 52: 82-87, 2001.
- [11] 早期肺癌を対象とした PDT 施行の安全ガイドライン
- [12] 荒井恒憲 レーザー治療器の開発動向. *オプトニュース*, 10: 21-23, 1995.
- [13] Taylor RS, Leopold KE, Brimacombe RK: Long optical pulse excimer lasers for optic delivery. *Proc SPIE*, 198-203, 1989.
- [14] 荒井恒憲: 医療におけるエキシマレーザーの役割. *OplusE*, 94-101, 1995.

【付記】

本安全ガイドラインは、日本レーザー医学会誌 28 巻 1 号掲載のものを加筆、修正したものである。