気管に対する内視鏡的Nd-YAGレーザー照射の基礎的研究

——犬正常気管粘膜下墨汁注入と側射型
レーザープローブの併用による照射法の検討

A basic study of Nd-YAG laser irradiation via
fiberoptic bronchoscope in trachea
---Irradiation by an oblique irradiating probe
with submucosal injection of India ink to
normal dog's tracheal ring

○高木啓吾, 藤田高行, 尾形利郎

Keigo Takagi, Takayuki Fujita, Toshiro Ogata

防衛医科大学校第2外科

The 2nd Department of Surgery,
National Defense Medical College, Tokorozawa, JAPAN.

abstract

The effects of Nd-YAG laser irradiation are discussed using four normal dog's tracheal ring with an oblique irradiating probe after submucosal injection of India ink, applying that Nd-YAG laser has color dependency.

Laser irradiation was applied 14 days after the injection of India ink, on a half circle of one to three rings in the direction of major axis at 20w×0.5 seconds for 12 places in total until the mucosa turned to white. The mean dose was 100 joules per cm². Each irradiated area of those 12 places had changed to ulceration and was repaired with flat granulation afterwards. The slight deformity of cartilage ring was observed in two places out of 12 (17%). The oblique irradiating probe handles easily and it is very useful to irradiate side wall of trachea.

For irradiation to submucosa of tracheal wall, this new method was safe, definite and besides it could be performed with quite low energy of Nd-YAG laser.

〈緒言〉 我々はNd-YAGレーザーに色素依存性があることを応用して、気管粘膜下に内視鏡的に墨汁を注入したのち、同部に側射型レーザープローブを用いて照射をおこない、低エネルギーで安全かつ十分な効果をもたらす照射が可能であるかどうかを検討してみた。

〈方法〉 使用したレーザー装置はモレクtron社製Nd-YAGレーザー・モデル8000、側射型レーザープローブは富士写真光機社製YF-60S、内視鏡はオリンパス社製BF-1Tである。

実験は13~16kgの雑種成犬4頭でおこなった。まず全麻下内視鏡下に各々の犬の気管中部から下部

の粘膜下に計3～7ccの墨汁を注入したのち、14日後に気管軟骨輪部1/2周の範囲で、長軸方向には1軟骨輪長のもの計2カ所、以下2軟骨輪長を計3カ所、3軟骨輪長のもの7カ所の計12カ所に面状照射をおこなった。側射型クォーツファイバーからのレーザーは60°の角度をもって先端から放射されるが、そのプローブ先端を内視鏡先端から15mm出し、照射条件は20w×0.5秒、照射距離約5mm、粘膜欠損を目標として照射をおこなった（figure 1）。照射後の経時的観察は内視鏡的に7日毎におこない、照射後21日目に犬を犠牲死させ病理学的にも検討した。なお経過中の死亡例はなかった。

Figure 1.
Each irradiation was applied on the tracheal wall at the distance of 5mm, with 20w×0.5sec., and by the angle of 60 degrees until mucosa turned white.

〈結果〉

①照射による気管の内視鏡所見について（figure 2）は各照射部位12カ所における気管の内視鏡所見、すなわち潰瘍の程度を照射範囲別、照射量別に示したものである。12カ所すべての部位で明らかな潰瘍形成があり、このうち2カ所では軟骨組織の屈曲所見が認められたが腔の狭窄所見はなかった。この潰瘍部分は21日目には平坦な肉芽組織で置きかわった。12カ所の平均照射量は100ジュール/cm²であり低エネルギー量で十分な変化が得られた。

②照射による気管の内視鏡所見と組織学的深達度との対比

照射による変化の組織学的深達度を粘膜下組織、軟骨組織、外膜組織に3分類し、内視鏡所見との対比を試みた。潰瘍形成だけで軟骨輪屈曲がな

かった10カ所では組織学的変化の主体は粘膜下組織であったが軟骨組織に一部でも変化が認められたのは5/10カ所（50%）にあった。しかしこの部位は範囲がせまかつ深層まで達していなかったために軟骨屈曲所見として出なかったものと考えられる。潰瘍形成し、かつ軟骨輪屈曲があった部位は2/12カ所（17%）にあったが、1カ所では外膜にわずかな変化が及んでいた。

〈結語〉気管粘膜下に墨汁を注入したのち気管側壁照射しやすい側射型レーザープローブを使用し、20w×0.5秒、粘膜欠損を目標として気管軟骨輪部1/2周、長軸方向へは1～3軟骨輪の範囲で照射をおこなった。平均100ジュール/cm²の低エネルギー量で粘膜下組織の十分な焼灼が可能であり、軟骨輪変形も非常に少なかった。このことは臨床における気管側壁照射の際にも安全に応用しうる方法であると考えられた。

Figure 2.
Effects of the irradiation of the trachea.