Nd-YAGレーザービームの血管壁に与える効果 の検討

Effect of an Nd-YAG Laser Beam on a Rat Common Carotid Artery

新島 京, 米川 泰弘

Kyo Huang Niijima and Yasuhiro Yonekawa

国立循環器病センター 脳神経外科

A 2-cm section of common carotid artery (CCA) was dissected out. The wall of each artery was cut transversely with one to three slits, each about 0.5 mm in length. The Nd-YAG laser beam (wave length; 1.06 μ m, beam diameter: 0.2 mm) was projected onto the slits, and the effects were investigated. At first, the power was altered from 10 to 60 W in 10-W increments and the duration of exposure was increased from 0.01 to 0.1, 0.2, . . . , 0.9 and 0.99 sec, in 11 steps. Based on these results, fusion of rat CCA was attempted with two low-power trials (20 and 30 W) at three exposures (0.10, 0.15 and 0.20 sec). With 20 W for 0.10 sec, there was fusion of the vessel wall without any damage to the intima; however, 20 W for 0.15 sec and 20 W for 0.20 sec caused partial carbonization of the anastomotic site. With 30 W for exposures of 0.10, 0.15 and 0.20 sec, a more diffuse and severe carbonization was observed, together with some vaporization.

We therefore concluded that the optimal energy for Nd-YAG laser vascular anastomosis was 20 W for a period of 0.10 sec.

はじめに

出力と照射時間を種々に変えた Nd-YAG レーザービームをラット総頸動脈上に設けた小スリットに照射して、組織学的にその効果・影響を調べた。この結果を吟味検討して、レーザービームの低エネルギー下における新しい応用法を示唆する。

対象と方法

レーザー機器は、波長が $1.06\ \mu\text{m}$ でビーム口径が $0.2\ \text{mm}$ の Nd-YAG レーザー装置を用いた。レーザー出力は $10\ \text{W}$ から $60\ \text{W}$ の間で $10\ \text{W}$ きざみに 6 段階に変化させ、それぞれの出力下で照射時間を $0.01\ \text{秒}$ 、 $0.10\ \text{秒}$ 、 $0.20\ \text{秒}$ ……、 $0.90\ \text{秒}$ 、 $0.99\ \text{秒}$ と 11 段階に変えて照射条件を設定した。

ラット総頸動脈 (CCA) を約 $2\ \text{cm}$ の長さに切除し、その血管壁に約 $0.5\ \text{mm}$ 長のスリットを作成した。この小スリット上に、前述の各エネルギー下の Nd-YAG レーザービームの one shot 照射を行った。操作終了後、ビーム照射部位の血管標本にヘマトキシリン・エオシン染色を施して光学顕微鏡で観察した。

次に、この結果をふまえて、出力は $20\ \text{W}$ と $30\ \text{W}$ の 2 通りに、照射時間は $0.10\ \text{秒}$ 、 $0.15\ \text{秒}$ および $0.20\ \text{秒}$ の 3 通りに変化させてレーザーエネルギーを設定した。これらの照射条件下の Nd-YAG レーザービームを用いてラット CCA 断端の融合を試み、その後同様の組織学的検索を行った。

結 果

出力が $10\ \text{W}$ の時には、 $0.99\ \text{秒}$ の照射でも血管壁外膜以外には変化は認められなかった (Fig. 1-a)。出力が $40\ \text{W}$ 以上の場合には、 $0.10\ \text{秒}$ 以上の照射で血管壁全層の炭化及び蒸散が生じたが (Fig. 1-b)、 $0.01\ \text{秒}$ の照射では血管壁に何ら変化を起こさなかった (Fig. 1-c)。

次に、レーザーのエネルギーの変化の範囲を絞って、ラット CCA の断端融合を試みたが、 $20\ \text{W} \cdot 0.10\ \text{秒}$ のエネルギー下にビーム照射を行ったとこ

Fig. 1-a : Longitudinal section of the laser-irradiated rat common carotid artery (CCA), with $10\ \text{W}$ for $0.99\ \text{sec}$, shows no remarkable tissue change except mild expansion of the adventitia.

Fig. 1-b : All the layers of the rat CCA, irradiated by Nd-YAG laser ($40\ \text{W} \cdot 0.10\ \text{sec}$), are seen to be vaporized in its entirety.

Fig. 1-c : Rat CCA, exposed to the laser beam ($40\ \text{W} \cdot 0.01\ \text{sec}$), does not show any change of the vessel wall.

ろ、血管壁の融合が起こり、しかも内膜には影響をおよぼしていなかった (Fig. 2)。

Fig. 2 : Note dissolution of the media, partial carbonization of the adventitia and intact intima of the rat CCA, irradiated by Nd-YAG laser (20 W · 0.10 sec).

20 W · 0.15秒及び 20 W · 0.20秒のエネルギー下での照射では、血管壁の部分的炭化を認めた。また、出力が30 Wの時には、0.10秒、0.15秒及び0.20秒のいずれの照射時間でも、より広範で強い血管壁の炭化と部分的に蒸散が認められた。

考 察

最近では、各種レーザー機器を低エネルギー下にて用いて、組織接合等を試みることも一般的になってきた。吻合部において血管断端の内膜を密着させる目的で、2ないし3本の支持糸を従来通りの手縫い法によってかけた後に、レーザービームを照射して吻合を完成させるという、いわゆる“laser-assisted microvascular anastomosis (LAMA)”は幾つかの施設で行われている^{1),2)}。我々はLAMAとは根本的に異なるNd-YAGレーザービームを用いた“無縫合血管吻合法”を試み、その結果は既報の通りである³⁾。本稿では、このレーザー無縫合血管吻合において、最も基本的であるが最も重要な鍵であると思われる、血管吻合のためのNd-YAGレーザーの至適エネルギーを決定するまでの経過について述べた。

組織接合には、どのレーザー機種が適当であるか、殊に、Nd-YAGかCO₂かということが論争的となる。しかし、至適エネルギーの設定を正しく行えば、いずれのタイプのレーザーでも血管吻合は行えると考えられる。

我々の実験結果からは、20 W · 0.10 秒が至適エネルギーであると判ったが、実際には多少の巾があってもおかしくないであろう。手技の点からは出力を下げても照射時間を長くするほうが吻合が容易に行えるのであるが、エネルギー総量が等しいからといって必ずしも吻合を成立させることができるとは限らないことも判った。

文 献

- 1) Guo J, Chao YD : Low power CO₂ laser-assisted microvascular anastomosis : An experimental study. *Neurosurgery* 22 : 540 - 543, 1988
- 2) Neblett CR, Morris JR, Thomsen S : Laser-assisted microsurgical anastomosis. *Neurosurgery* 19 : 914 - 934, 1986
- 3) Niiijima KH, Yonekawa Y, Handa H, et al : Nonsuture microvascular anastomosis using an Nd-YAG laser and a water-soluble polyvinyl alcohol splint. *J Neurosurg* 67 : 579 - 583, 1987