西福幸二、ニッ木浩一、竹内信良、山本邦男、神田裕三、上原敏敬*、関口芳男**

埼玉県立がんセンター 消化器科, *病理部(研究所)、**S.L.T. ジャパン

Fundamental Study on Balloon Laser-thermia (II)

K. Saifuku, K. Futatsuki, N. Takeuchi, K. Yamamoto, Y. Kannda, T. Uehara*, Y. Sekiguchi**

Saitama cancer center, Department of gastro-enterology and Pathology*
Surgical laser technologies Co. Ltd**

Abstract

In November, 1988, we reported to the meeting of the 9th Japan Society for Laser Medicine 1), which uses a balloon filled with a light scattering substance. We named this method 'balloon laserthermia'.

We investigated the optical and the thermal properties of the substance. And then, using the balloon of a 30mm diameter sphere, filled with 0.25% fat emulsion (Intralipid 20% drops), we got good results by the investigation of the balloon laserthermia on transplanted Meth-A sarcoma, with the laser power of 20 watts.

However, if we use the another size of balloon, it seemed that the size was closely connected with not only the density of the light scattering solution but the laser power. Therefore, we investigated the relationship between the size of balloon, the density of the solution, and the laser power.

The results showed that the smaller size of the balloon needed the higher density of the solution, but the lower power of the laser.

我々は昨年のレーザー医学会大会において、散乱物質を用いた新しいレーザー温熱療法の基礎的検討について報告した¹⁾。その原理は希釈されたイントラリピッド内に照射されたレーザーの散乱光を応用したものであり、この方法をバルーンレーザーサーミアと名付けた。我々は現在まで、30mm径のバルーンを用いて散乱物質の濃度の検討や移植腫瘍に対する治療効果の検討を行ってきた。しかし、バルーン法の至適条件は散乱物質の濃度、バルーンの大きさ、レーザー出力などの要因によって微妙に異なることが予想されるため、今回はバルーンの大きさを変えた場合の至適条件についての検討を行なった。

対象及び方法

I. 使用機器と材料

Nd:YAGレーザー発生装置はSLTコンタクトレーザー (C L50) を、導光ファイバーも同社製のものを用いた。レーザーのパワー密度測定には高感度レーザー出力測定器 (ニューポート社製) を用いた。散乱物質は 20% イントラリピッド液 (大塚製薬) を 20 倍から 160 倍に蒸留水で倍倍希釈したものを用い、バルーンは市販のラテックス製コンドームを材料にして作製した。対象としてブタ肝臓を用いた。

II. 方法

a) シリコン栓にレーザーガイドクォーツファイバーを穿刺通過させ 3mm ほど突出させた後、その先端を包むようにラテックス膜をかぶせ固定した。シリコン栓側よりイントラリピッド希釈液を注入しラテックス膜を 20mm から 30mm 径の球状に伸展させバルーンを作成した。サーモカップルは肝被膜より 5mm 程の深さに刺入固定し、バルーンをその上に密着させ、出力 10W、もしくは 20W でバルーン内にレーザー照射した。レーザーは

肝組織内のサーモカップルの温度が42.5-43°Cになるようにコントロールした。

b) バルーン周囲の密度分布を10Wレーザー照射時に測定し、前方0° 方向のレーザー出力を側方90° 方向の出力で割ったものを密度分布比率とした。

結果：

A. バルーン径30mmの場合

Fig.1上段のグラフはサーモカップルの温度が42.5°Cに達するまでの時間を縦軸に、横軸に散乱物質の濃度を取ってプロットしたものであるが、20Wの場合は0.25%以下の濃度なら短時間であるが、10Wの場合は0.25%の濃度の場合は長時間を要している。一方、Fig.1下段のグラフはバルーン内の温度を縦軸に取ったものであるが、10W, 20Wともに0.25%以下の濃度ならバルーン内の温度上昇も少ないが10Wの場合0.25%の濃度では50°Cに近い値を示した。以上のことから20Wなら0.25%の濃度が、10Wならより薄い濃度が適当であると思われる。

しかしながら、Table1に示すようにバルーン径が30mmの時のレーザーの密度分布比率は、イントラリビッドの濃度が0.25%の時に1-2の値を取り、バルーン周囲に均等な密度分布が得られた。故に、バルーン径が30mmの時のイントラリビッド液の濃度は0.25%で、出力は20W必要であることが判明した。

B. バルーン径25mmの場合

Fig.2に示すごとく10Wでは治療温度に達するまでの時間も長く、バルーン内温度の上昇も著しい。またレーザーの密度分布の状態からイントラリビッド濃度は0.25%から0.5%が望ましく、至適条件は30mm径のバルーンの場合とはほぼ同様な結果が得られた。

Table 1. Ratio Of Laser Power Density

conc. of solution	size of balloon		
	20mm	25mm	30mm
0.125%			2.89
0.250%		1.81	1.32
0.500%	1.29	1.04	0.67
1.000%	0.98	0.71

Fig.1 Balloon of 30 mm Diameter Sphere

Fig.2 Balloon of 25 mm Diameter Sphere

C. バルーン径20mmの場合

イントラリピッド濃度が0.25%から0.5%の間ではレーザー出力が10Wと20Wで治療温度に達するまでの時間も、バルーン内の温度も大きな差を認めないことから10Wでも十分に治療可能と考えられた (Fig. 3)。

そして、レーザーの密度分布比率からはイントラリピッドは0.5%の濃度が必要であることが分かった (Table1)。

Table2. Optimal Condition

At Several Balloon Size

size of balloon	volume of solution	conc. of solution(%)	power(w)
30 mm	14 ml	0.25	20
25 mm	8 ml	0.25	20
20 mm	4 ml	0.50	10-(20)

以上の結果をTable2. にまとめた。すなわち、バルーン径が大きく変わるときには散乱物質の濃度の調整が必要であること、レーザー出力に限界があるときにはバルーン径を小さくすることによって至適治療条件が得られることが判明した。

本研究の一部は厚生省癌研究特別助成金62-41 (班長：小黒八七郎) によった。

文献

- 1) 西福幸二、竹内信良、ニッ木浩一 他：
散乱物質を用いバルーンレーザー温熱療法の基礎的検討、日本レーザー医学会誌、9(3):427-430, 1988

Fig.3 Balloon of 20 mm Diameter Sphere