原 著

低出力レーザーの刺激条件の違いによる創傷
治癒への影響についての実験的検討(第2報)

田 和 宗 徳* 山 川 緑 篠 原 昭 二
甲 田 久 士 呉 志 宏 鈴 山 博 司
咲 田 雅 一

要旨 我々は第1報において4 J/cm² 隔日照射が創傷治癒に対して有効な照射条件であることを報告した。しかしながら、他の報告を見ると4 J/cm² 照射よりも少ない照射量でも十分な創傷治癒効果が見られている。そこで、照射熱量に対してさらに細かい検討を加えたので報告する。ウイスター系ラットの背部皮下に20mmの円形欠損創を作製し、He-Neレーザー照射を行った。無刺激コントロール群、4 J/cm² 隔日照射群、2 J/cm² 隔日照射群、1 J/cm² 隔日照射群の4群に分けて実験を行った結果、4 J/cm² 隔日照射群が第1報同様有意の創収縮効果が見られ、4 J/cm² 照射は至適な照射条件であることが示唆された。

I 緒 言

低出力レーザーの治療効果の中で、創傷治癒に対する至適照射条件を知る目的で、至適照射量、至適照射間隔について検討を行った結果、4 J/cm² 隔日照射が、他の照射条件に比べて最も創傷治癒促進効果が見られたことを第1報で報告した¹⁾。しかしながら、我々が行ったよりもより少ない照射熱量で創収縮効果が認められたとの報告もあり、照射熱量について更に細かい検討を加えたので報告する。

II 方 法

ウイスター系ラット(8週齢, 雄)24匹を対象として、第1報と同様にネンブタール麻酔下に背部を剃毛後、直径20mmの皮膚全層を含む円形の欠損創を作製し、創作製翌日から実験を開始した。今回は、4 J/cm² 以下の照射熱量に検討を加える目的で、無刺激コントロール群、4 J/cm² 隔日照射群、2 J/cm² 隔日照射群、1 J/cm² 隔日照射群の計4群(各群6匹)に分けて実験を行った。レーザー照射には、日本赤外線工業社製 Helium・Neon (He-Ne)レーザー(632.8nm, 16mW)を用いた。照射方法は、欠損創を14分割し、1箇所当たり、4 J/cm² 照射群は56秒、2 J/cm² 照射群28秒、1 J/cm² 照射群14秒として、創全体で照射熱量の相当量となるようにレーザー照射を行なった。また、欠損創の収縮にとまって、照射箇所を随時減らし照射熱量を一定に保った。

欠損創の治療効果の判定は、隔日に創の長径、短径をノギスにて計測した値より面積(長径/2 ×

* Munenori TAWA 明治鍼灸大学東洋医学教室

共同研究者: Midori YAMAKAWA, Syoji SHINOHARA 明治鍼灸大学東洋医学教室

Hisasi KOUHA, C. Hong WU 附属病院研修鍼灸師

Hiroshi SUZUYAMA, Masakazu SAKITA 外科学教室

Key Words: レーザー、低出力、創傷治癒

短径/2× π)を求め、実験開始時を100とした面積比(計測面積/実験開始時の面積×100)の経時的変化を比較検討した。創の治癒判定は、欠損創が完全に上皮化した時点を経時とみなしてレーザー照射を終了した。

III 結 果

図1は、コントロール群と各刺激群の創収縮の経時の変化を比較したものである。2日目、コントロール群と比較して4J/cm²照射群、2J/cm²照射群が危険率1%で、1J/cm²照射群が危険率5%

図1 4 J/cm²照射以下の照射熱量の違いによるコントロール群と各刺激群の面積比の経時の変化

でそれぞれ有意の創収縮効果が見られた。4日目～6日目では、4 J/cm²照射群のみで、コントロール群と比較して有意(P<0.05)の創収縮効果が見られた。

表1は、創治癒の始まる9日目以降の各群の創治癒の状況を図示し、且つ、その平均治癒日数を示したものである。4 J/cm²照射群の平均治癒日数は9.8日であったのに対し、コントロール群は、11.3日、2 J照射群は11.2日、1 J照射群は10.5日で4 J照射群は他の照射群よりも1日～2日程度早く欠損創が治癒する傾向が認められた。2 J/cm²照射はコントロールとほぼ同様の治癒傾向を示し、1 J/cm²照射群はコントロール群よりも早い治癒傾向を示したが、4 J/cm²照射群よりもやや遅かった。

図2は、コントロール群と各照射群でレーザー照射をしていない反対側の創傷治癒の経時の変化を比較したものである。即ち、レーザー照射が、レーザーを照射しない反対側の創治癒に及ぼす影響を見たものであるが、コントロール群と各照射群の間には差はなく、レーザー照射が、照射しない反対側の創治癒には影響しない事が判った。

以上の結果より、今回の実験でも第1報と同様に4 J/cm²照射が至適な照射条件と考えられた。

表1 4 J以下の照射熱量の違いによる治癒日数の変化

		9日後	10日後	11日後	12日後	平均治癒日数(日)
コントロール群 n=12		○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	● ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	11.3
	治癒率	(0%)	(8%)	(58%)	(100%)	
4 J照射群 n=6		● ● ● ○ ○ ○	● ● ● ● ● ○	● ● ● ● ● ●		9.8
	治癒率	(50%)	(83%)	(100%)		
2 J照射群 n=6		○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ○ ○ ○ ○	● ● ● ○ ○ ○	● ● ● ● ● ●	11.2
	治癒率	(0%)	(33%)	(47%)	(100%)	
1 J照射群 n=6		● ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ○ ○	● ● ● ● ○ ○	● ● ● ● ● ●	10.5
	治癒率	(17%)	(67%)	(67%)	(100%)	

○非治癒ラット
●治癒ラット

図2 コントロール群と各照射群の非照射側の面積比の経時的変化

IV 考 察

第1報において、低出力レーザーの創傷治癒に対する至適照射熱量、至適照射間隔について検討し、 $4\text{J}/\text{cm}^2$ 隔日照射群が至適照射条件であることを報告したが、 $4\text{J}/\text{cm}^2$ 以下の照射に関しては未だ検討していなかった。そこで $4\text{J}/\text{cm}^2$ 以下の照射熱量に対する検討を行なった。

今回検討したのは、 $4\text{J}/\text{cm}^2$ 、 $2\text{J}/\text{cm}^2$ 、 $1\text{J}/\text{cm}^2$ 照射群の計3群である。その結果、 $4\text{J}/\text{cm}^2$ 照射群は創傷治癒早期の2日目～6日目までに有意の創収縮効果が得られ、治癒日数においてもコントロール群および他の2群よりも早く創治癒が認められ、 $4\text{J}/\text{cm}^2$ 照射は第1報同様、至適な照射条件と思われた。

$2\text{J}/\text{cm}^2$ 照射群、 $1\text{J}/\text{cm}^2$ 照射群では、2日目にコントロール群と比較して有意の創収縮が見られたが、それ以降はコントロール群と比較しても差は見られず、治癒日数においても大差はなかった。このことから、創傷治癒に対してはある程度以上の照射熱量が必要であるように思われた。

しかしながら、今回我々が用いたのはHe-Neレーザーで他の報告で用いられているレーザーとは、波長、発信様式、出力等の条件は異なり、一概に 4J 照射が至適な照射熱量とは言い難く、今後出力の違ったHe-Neレーザーや、その他のレーザーを用

いた比較実験が必要であろう。

また、コントロール群と照射群のレーザー照射を行っていない非照射側の創傷治癒状況の比較では、非照射側の創傷治癒はコントロール群とほとんど差は見られなかった。このことから、レーザーの効果は局所のみで遠隔には及ばないものと思われた。しかし、この点に関して田口らは²⁾、レーザー照射が反対側にも及んだとしており、使用されたレーザーの種類あるいは照射熱量の違いにより、このような差を生じたものと考えられ、レーザーの種類をいろいろ変えて検討する必要があると思われる。

V ま と め

$4\text{J}/\text{cm}^2$ 、 $2\text{J}/\text{cm}^2$ 、 $1\text{J}/\text{cm}^2$ の照射熱量で創傷治癒効果を比較した結果、 $4\text{J}/\text{cm}^2$ 照射群が至適照射熱量であること、またレーザーの効果は局所的で遠隔の部位には及ばないことが判かった。

引用文献

- 1) 田和宗徳ほか：低出力レーザーの照射条件の違いによる創傷治癒への影響についての実験的検討(第1報)，全日本鍼灸学会雑誌 39(2);256～261, (1989)
- 2) 田口義男ほか：レーザーによる創傷治癒促進，日本レーザー医学会誌 9(2);25～32, (1988)
(〒629-03 京都府船井郡日吉町
明治鍼灸大学内)

Experimental Study of Effect of Low Power Laser Irradiation on Wound Healing by Difference of Irradiation Method (II)

Munenori Tawa, Midori Yamakawa and Shoji Shinohara

Department of Oriental Medicine, Meiji College of Oriental Medicine

Hisashi Kouda, C. Hong Wu, Hiroshi Suzuyama, Masakazu Sakita

Department of Surgery, Meiji College of Oriental Medicine

The author had reported that laser irradiation with energy density $4\text{J}/\text{cm}^2$ at every other days was most effective for wound healing.

But there is a report which described that laser irradiation with energy density under $4\text{J}/\text{cm}^2$ was effective for wound healing too.

Then, the effect of irradiation with under $4\text{J}/\text{cm}^2$ He-Ne laser on wound healing was studied. Twenty-four wister rats were subjected to this experiment.

A open wound, 20 mm in diameter as deep as muscle layer were made on the back of anesthetized animals.

To find the suitable energy density of laser irradiation, the wound was irradiated with He-Ne laser by energy density of $4\text{J}/\text{cm}^2$, $2\text{J}/\text{cm}^2$ and $1\text{J}/\text{cm}^2$ every other day until the wound completely healed.

The wound healing was much more accelerated by irradiation with energy density of $4\text{J}/\text{cm}^2$ than the other group.

This result suggested that laser irradiation with energy density $4\text{J}/\text{cm}^2$ at every other days is most effective for wound healing.