

文章编号 1004-924X(2006)04-0001-04

# 半导体激光血管内照射治疗静脉曲张的机理研究

卢启鹏<sup>1</sup>, 侯宝忠<sup>2</sup>, 朱琳琳<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所 应用光学国家重点实验室, 吉林 长春 130033;  
2. 吉林大学 第一医院, 吉林 长春 130000)

**摘要:**利用半导体激光器对于治疗静脉曲张的可行性及治疗机理进行了研究。通过半导体激光对犬副头静脉进行血管内照射的临床试验,分析激光与血管组织及血液的相互作用,同时对激光血管内照射治疗静脉曲张的机理进行了研究。研究表明:半导体激光进行腔内静脉照射,由于血红蛋白对光的吸收,可以引起静脉腔内血栓形成、血管壁损伤、血管闭合,实现对静脉曲张的治疗;激光照射导致静脉腔内血栓形成,与血栓性静脉炎的形成机制不同,并没有影响全身凝血功能。

**关键词:**激光血管内照射;静脉曲张;半导体激光器

中图分类号:R543.6;TN248.4 文献标识码:A

## Mechanism of varicosity treated by semi conductor laser intravenous irradiation

LU Qi-peng<sup>1</sup>, HOU Bao-zhong<sup>2</sup>, ZHU Linlin<sup>1</sup>

(1. *State Key Laboratory of Applied Optics, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences. Changchun 130033, China;*  
2. *The First Clinical Hospital, Jilin University. Changchun 130000, China*)

**Abstract:** The mechanism and the feasibility of the treatment of varicose veins by semiconductor laser intravenous irradiation were analyzed. By laser irradiation for the cephalic veins of the dogs, the interaction between vascular tissue, blood and the laser beam was analyzed. Research results indicate that varicosity can be treated by means of endovenous thrombus formation, blood vessel wall damnification and vessel enclosure induced by light absorption of haemoglobin irradiated by semiconductor laser. The formation mechanism of endovenous thrombus formation induced by laser irradiation is different from thromboplastic phlebitis, thus endovenous thrombus formation doesn't affect whole body cruor function.

**Key words:** laser intravenous irradiation; varicose veins; semiconductor laser

## 1 引言

静脉曲张是血管外科中一种常见病和多发病,尤其下肢静脉曲张发病率更为严重。全球人均发病率为 3%~5%,许多欧美国家静脉曲张的发病率高达 20%~40%,在我国 15 岁以上人群中,发病率达到 8.6%,45 岁以上则为 16.4%<sup>[1]</sup>。

静脉曲张的传统治疗多采用手术方式,治疗时创伤大、切口多,术后愈合时间长,给患者带来极大痛苦。激光血管内照射治疗静脉曲张作为一种新型微创疗法,可以快速、有效的闭合曲张静脉,达到治疗目的;同时无需全麻,不留疤痕、治愈时间短、费用低,正逐步被广大患者接受,应用前景看好。1998 年 Carlos 首先报道了腔内激光治疗大隐静脉曲张的应用;随后,其他学者也报道了应用这一方法的初步疗效<sup>[2]</sup>。目前,国内仅见静脉曲张腔内激光(EVLT)治疗的临床经验报道,关于治疗机理方面的研究仅见采用倍频 Nd:YAG 激光动物实验的报道<sup>[3]</sup>,其他相关的基础研究文献也不多见。本文采用半导体激光对犬副头大隐静脉进行了临床试验,并对静脉曲张腔内激光治疗的机理进行了初步研究。

## 2 大隐静脉曲张的激光治疗机理

激光治疗静脉曲张的原理主要是选择性热效应。激光对生物组织的热效应主要表现为组织温升导致的蛋白质变性、组织凝固、炭化、汽化等。由热效应导致的损伤表现为组织细胞结构的形变,如细胞被压缩或拉长、组织被撕裂等<sup>[4]</sup>。近红外区的激光能被血管中的血红蛋白选择性吸收,造成局部血管内血液被急剧加热,血液凝固堵塞血管,同时,由于激光产生的热能与组织相互作用,充分破坏了静脉血管壁促使其纤维化,使之最终收缩闭合,从而达到治疗血管静脉曲张的目的<sup>[5]</sup>。

本试验采用的半导体激光器,辐射波长为 810 nm,介于 532 nm 和 1 064 nm 之间,此波长具有一定的穿透能力。它所辐射的激光通过激光选择性热效应可以精确毁损曲张的血管壁,使曲张的血管永久闭合和纤维化,以达到对病变的静脉进行治疗,如图 1 所示。

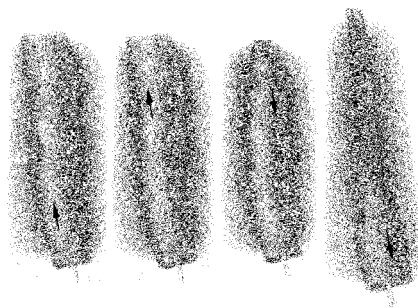


图 1 激光治疗静脉曲张示意图

Fig. 1 Sketch diagram of the treatment varicosity with a laser

## 3 实验方法和讨论

### 3.1 实验设备

实验中采用的是自主研制的半导体激光血管内照射静脉曲张治疗仪样机<sup>[6]</sup>,采用光纤耦合式 GaAlAs 半导体激光器,输出波长为 810 nm,输出功率(0.5~25 W)可调。耦合输出为  $\phi 600 \mu\text{m}$  医用光纤,SMA905 标准连接端口,瞄准光束为波长 655 nm 半导体激光,输出功率小于 5 mW。治疗样机的工作原理如图 2 所示。实验中采用 LEICA 2135 切片机,OlympusBH-2 摄影生物显微镜等仪器作病理分析。

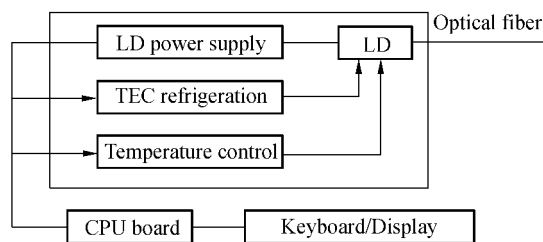


图 2 治疗试验样机的工作原理图

Fig. 2 Schematic diagram of the treatment apparatus

实验动物为同龄成年杂种犬 9 只(吉林大学动物实验室提供),体重约为 20~22 kg,实验所用药品为 2% 戊巴比妥钠溶液和 10% 甲醛溶液。

### 3.2 实验方法及结论

选择成年杂种犬(体重约 20~22 kg)9 只喂养 3 d,适应环境并进行检疫。选取犬副头静脉血管(直径约为  $\phi 10 \text{ mm}$ )进行实验,将成年杂种犬随机分 A、B、C 三组,每组 3 只。根据以往临床实

验的经验<sup>[6]</sup>,为便于操作,激光输出采用间断工作方式,三组实验激光输出功率均选为 13 W,光纤在血管内移动速度约为 10 mm/s。为使激光尽可能多的照射在血管壁上,B、C 两组采用按压血管照射。A 组是在血管内为全血的实验条件下照射;B 组是在血管内为全血并采用按压血管方式条件下照射,3 d 取血管做病理分析;C 组也是在血管内为全血,并采用按压血管方式条件下照射,7 d 后取血管做病理分析。在实验前,首先取未被激光照射的部分血管做病理,以便进行对比检查;实验后分别对术后 1 h、术后 3 d、术后 7 d 取副头静脉血管做病理检查,观察血栓形成情况、血管收缩情况及血管壁破坏情况,对术后不同时间的血管病理进行比较研究。

术前 40 min 采用 2% 戊巴比妥钠进行腹腔内麻醉(40 mg/kg)。在 A 组取出正常大隐静脉血管作病理。实验的部位为犬副头大隐静脉,实验时剔除前肢皮毛,在内踝上方 2 cm 处横向切开皮肤,显露并游离副头静脉,以 19 号套管针于远心端刺入,拔出穿刺针留置套管,置入光纤( $\phi = 0.6$  mm),然后用 13 W 能量的激光分别对 A、B、C 三组犬在血管内进行照射。实验结束后,缝合切口,包扎固定,外加弹力绷带包扎。分别在不同的时间条件下对三组术后犬切开皮肤,切除激光照射段血管放入 10% 甲醛液中固定。

图 3 为 A 组未经过激光照射的正常血管病理图,可以清晰的看到血管内膜光滑、完整,静脉壁无明显增厚,外膜由结缔组织构成,可见少量纵形平滑肌,血管壁内未见水肿、出血,血管周围未见炎症细胞浸润,管腔内见少量淤血。

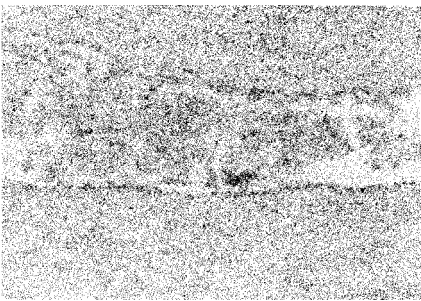


图 3 正常对照组 A 病理图 HE×200

Fig. 3 Pathology picture of normal comparison group A (HE×200)

图 4 为 A 组术后 1 h,血管内容为全血的

血管病理图。图中可以看到静脉血管内膜明显损伤,内皮大部分脱落,管腔内可见少量附壁血栓形成。静脉壁有明显水肿,平滑肌之间出现较大裂隙,血管周围水肿,未见炎症细胞浸润。

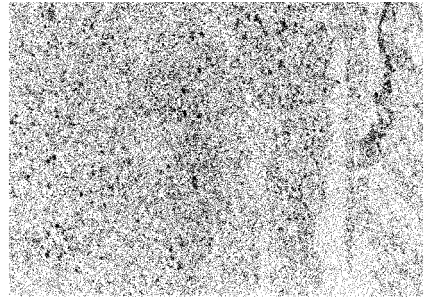


图 4 激光照射 A 组病理图 HE×200

Fig. 4 Pathology picture of group A with laser irradiation (HE×200)

图 5 为 B 组术后 3 d 的实验病理图。静脉血管内膜损伤,大部分内皮细胞脱落,管腔内可见大块附壁血栓形成,几乎充满管腔;静脉壁水肿,平滑肌之间出现较大裂隙,部分内膜有碳化,未见静脉壁穿破,血管周围水肿;血管壁和血栓内可见少量炎症细胞局浸润,主要为中性粒细胞和淋巴细胞。

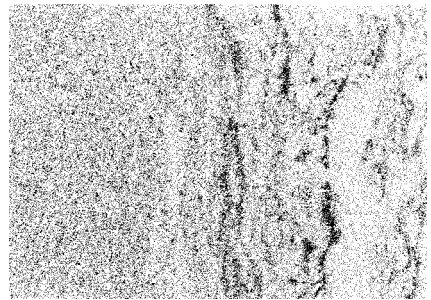


图 5 激光照射 B 组病理图 HE×200

Fig. 5 Pathology picture of group B with laser irradiation (HE×200)

图 6、图 7 为 C 组术后 7 d 的实验病理图:左前肢静脉血管内膜损伤,大部分内皮细胞脱落、消失,管腔内可见充满管腔的附壁血栓形成;静脉壁水肿,平滑肌之间出现较大裂隙,部分内膜有碳化,未见静脉壁穿破,血管周围水肿;血管壁和血栓内可见大量炎症细胞局浸润,主要为中性粒细胞和淋巴细胞。

对 B、C 组动物术前及术后 1 d 进行了理化

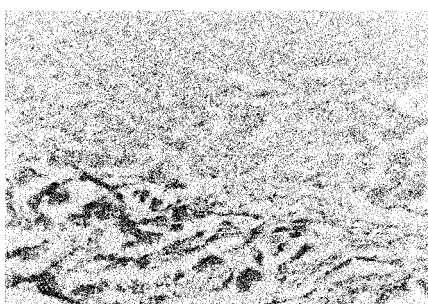


图 6 激光照射 C(1)组病理图 HE×200

Fig. 6 Pathology picture of group C(1) with laser irradiation (HE×200)

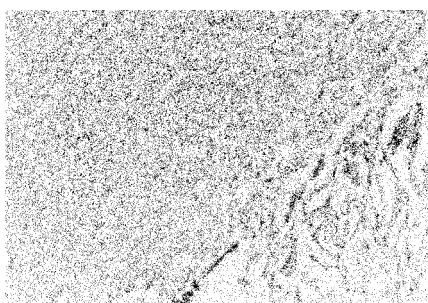


图 7 激光照射 C(2)组病理图 E×200

Fig. 7 Pathology picture of group C(2) with laser irradiation (HE×200)

验,B组动物术前查血小板、血Ca<sup>2+</sup>、纤维蛋白原同术后1d复查结果无明显差别(P\* > 0.0),C组动物术前查血小板、血Ca<sup>2+</sup>、纤维蛋白原,同术后1d复查结果差别不显著(P\* > 0.05),详见下表1、表2。通过对三个凝血因子的变化的化验分析,发现术后实验动物的凝血功能无明显变化,这说明激光照射导致静脉腔内血栓形成,与血栓性静脉炎的形成机制不同,没有引起全身凝血反应。

参考文献:

[1] 于柏生,张世国. 大隐静脉曲张治疗的现状[J]. 空军总医院学报,2002,189(4):243-244.  
YU B S, ZHANG, S G. Treatment actuality of great saphenous vein [J]. *Journal of General Hospital of Air Force, PLA*, 2002,189(4):243-244. (in Chinese)

[2] WEISS R. Commentry on endovenous laser[J]. *Dermatol Surg*, 2001,27(3):326-327

[3] ZHANG L M, YANG G L, LI D J. High energy long duration frequency-doubled Nd:YAG laser and application to veins occlusion[J]. *SPIE*, 5627:369-379.

[4] 李忠明,骆清明. 激光对生物组织热和热致机械损伤的物理分析[J]. 激光生物学报,2000,9(2):81-84.  
LI Z M, LUO Q M. Physieal analysis on tissues' heat and heat-induced injury for laser irradiation[J]. *Acta Laser*

表 1 B组动物术前术后血化验比较

Tab. 1 Comparison of blood assay for the dogs in group B

	Measured values before the operation	Measured values after the operation
Blood Ca <sup>2+</sup> (mmol/L)	2.12±0.009	2.097±0.003*
Hematoblast (×10 <sup>9</sup> /L)	240.3±251.22	240.6±194.71*
Fibrinogen (g/L)	4.708±1.076	4.906±0.63*

表 2 C组动物术前术后血化验比较

Tab. 2 Comparison of blood assay for the dogs in group C

	Measured values before the operation	Measured values after the operation
Blood Ca <sup>2+</sup> (mmol/L)	2.081±0.005	2.077±0.003*
Hematoblast (x10 <sup>9</sup> /L)	239.1±337.21	237.1±435.21*
Fibrinogen (g/L)	4.907±0.305	4.61±0.806*

4 结 论

在犬副头隐静脉血管内照射的实验中,通过对正常血管和不同条件下激光作用后的血管、血栓情况的病理分析,以及对它们之间做的横向、纵向的比较,得出如下结论:半导体激光进行腔内静脉照射,由于血红蛋白对光的吸收,可以引起静脉腔内血栓形成、血管壁损伤、血管闭合,实现对静脉曲张的治疗;激光照射导致静脉腔内血栓形成,与血栓性静脉炎的形成机制不同,并没有影响全身凝血功能。这些动物实验为采用半导体激光进行人体静脉曲张治疗提供了有益的临床参考数据。

*Biology Sinica*, 2000,9(2) :81-84.

- [5] 黄英,李维敏,陆信武,等. DIOMED 激光治疗下肢静脉曲张的初步报告[J]. 外科理论与实践,2003,8(3):237-239.  
HUANG Y, LI W M, LU X W, *et al.* A preliminary report on IOMED laser treatment of superficial varicosities of the lower limb[J]. *Journal of Surgery: Concepts & Practice*, 2003,8(3):237-239.
- [6] 朱琳琳,张来明. 半导体激光在血管病变治疗方面的应用[J]. 激光与红外,2005(5):328-330.  
ZHU L L, ZHANG L M. Reseach of treatment with semi conductor laser of vascular diseases[J]. *Laser & Infra-red*, 2005(5):328-330. (in Chinese)

作者简介:卢启鹏(1964—),男,中科院长春光学精密机械与物理研究所,研究员,中国光学学会会员,主要研究方向为激光医疗及光谱技术。E-mail:luqipeng@sohu.com