

近红外激光照射人体劳宫穴和非穴位区的反射光谱特性的比较研究

张祖德¹, 郭周义¹, 魏华江^{1*}, 刘汉平¹, 钟会清¹, 杨洪钦², 谢树森², 刘颂豪¹

1. 华南师范大学激光生命科学教育部重点实验室, 广东 广州 510631

2. 福建师范大学医学光电科学与技术教育部重点实验室, 福建 福州 350007

摘要 研究了人体劳宫穴及其周边的非穴位组织受不同功率的半导体激光(波长为 808 nm 功率分别为 20, 50, 100 mW)照射前后在 400~1 000 nm 光谱范围的反射光谱特征及其差异。实验采用带积分球附件的 AvaSpec-2048 光纤光谱仪测量系统获取劳宫穴和非穴位组织的反射光谱。结果表明, 在半导体激光照射前, 劳宫穴与非穴位的反射光谱的光谱轮廓相似, 波谷均出现在 423, 544, 577, 980 nm 处, 劳宫穴和非穴位在对应波谷的反射率值分别为 17.1%, 26.1%, 25.9%, 35.0% 和 17.1%, 27.6%, 28.1%, 36.5%。在 475~1 000 nm, 合谷穴的反射率比非穴位小。分别经过 20, 50 和 100 mW 不同功率的半导体激光照射后, 劳宫穴反射率较照射前明显下降, 并且随着照射功率增大, 反射率减小的幅度越大。而非穴位组织经过不同功率的半导体激光照射后反射率较照射前稍有下降, 但远不及劳宫穴下降明显。由此可见劳宫穴与非穴位的反射光谱存在差异, 并且劳宫穴对半导体激光照射的刺激比非穴位更敏感。

关键词 劳宫穴; 非穴位; 反射光谱; 半导体激光; 照射

中图分类号: R318.5 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2009)11-2930-04

引言

穴位和经络学说是中医学理论体系的核心内容之一, 是针灸临床治疗疾病的理论基础, 并有效地指导着当今中医各科的临床实践, 但它的实质是什么, 这一问题一直是困扰国内外生物医学界的一个世界性难题, 也是我国生命科学和医学界迫切需要解决的一个重要学术问题。几十年来, 中西方科学工作者就力求用现代科学来揭示经络的奥秘, 并从神经学、解剖学、生理学等方面提出了不同的假说^[1-4], 但有关经络研究的最基本的问题什么是穴位, 特别是它们与非穴位点之间有什么差别, 尚没有明确的结论。近年来, 研究者试图从穴位本身的红外辐射以及对应脏腑的功能上寻找突破口, 并取得一定成果^[5-10]。特别是最近由谢树森等提出来的“经络光学^[11]”, 通过检测穴位区域与非穴位区域的反射光谱的差异, 从而得出穴位区域与非穴位区域的不同的生理学参数和光学特性参数。此外, 还提到通过激光照射人体穴位或经脉线时所诱发的各种效应来区分穴位与非穴位的区别。自从

1966 年匈牙利 Mester 提出了低强度激光具有生物刺激作用^[12]以来, 低强度激光照射穴位——即激光针灸, 以其无痛、无菌、安全、易控、操作简便以及兼备针刺、热灸及其特有的理疗作用在中医领域发展迅速。但激光针灸作用的原理^[13-15]仍需进一步研究。反射光谱在组织光学上得到了广泛的运用, 通过测量组织的反射光谱, 可以得到组织的各种光学特性, 从而鉴别各种病变组织于正常组织的区别^[16]。本文利用光谱仪测量了劳宫穴与非穴位对照点在激光照射前的反射光谱以及他们分别受不同功率的激光照射后的反射光谱, 对测量结果做出分析和比较, 为穴位光谱的特异性研究及激光针灸的临床应用提供了有益的参考数据。

1 材料及方法

1.1 实验对象

健康成年人 11 例, 自愿参加检测者; 其中男 6 例, 女 5 例; 年龄最小 21 岁, 最大 26 岁, 平均年龄 23.3 岁。受试者实验前用洗手液洗干净双手手掌, 烘干。在针灸师的帮助下

收稿日期: 2008-11-18, 修订日期: 2009-02-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(60778047), 国家重点基础研究“973”项目(2006CB504505), 广东省自然科学基金项目(06025080, 0632270), 广东省科技计划项目(2008B030303074)和医学光电科学与技术教育部重点实验室(福建师范大学)开放课题项目(JYG0804, J YG0503)资助

作者简介: 张祖德, 1984 年生, 华南师范大学激光生命科学教育部重点实验室在读硕士研究生 e-mail: zudezhang@163.com

* 通讯联系人 e-mail: weihj@senu.edu.cn

取受试者劳宫穴(PC8)及左侧旁开 2 cm 处的非穴位作为对照,定位按中华人民共和国国家标准(GB12346—90)《经穴部位》进行。光谱检测在暗室进行,室温(22±3)℃,相对湿度(55±10)%,室内空气无明显流动,周围环境无强噪声和电磁源。受试者在实验前 30 min 进入实验室,静坐休息、适应环境。实验过程为先用激光对劳宫穴与非穴位照射 10 min 然后马上检测反射光谱,激光照射的功率依次为 20, 50, 100 mW。为排除干扰,对于同一受试者,实验分两周进行,第一周的第一天检测受激光照射前劳宫穴的反射光谱,第二、第三、第四天分别检测受 20, 50, 100 mW 激光照射后劳宫穴的反射光谱。第二周对非穴位做同样的检测。每天的实验都是在同一时间开始进行。

1.2 实验装置

人体穴位和非穴位组织的反射光谱的测量采用了带有积分球附件的 AvaSpec-2048 光纤光谱仪来完成的,测量的波长范围是: 200~1 100 nm, SONY 公司 ILX554B 型线阵 CCD, 2048 像素, 积分时间 1.1 ms~10 min, 光谱分辨率 2.4 nm, 它的测量窗口直径大约为 1 cm。照射劳宫穴和非穴位的光源采用波长为 808 nm 功率可调的半导体激光。

1.3 统计学处理方法

组织光学参数以均数和标准差($X \pm SD$)表示,采用 t 检验, $p < 0.05$ 为有显著性差异,利用统计软件 SPSS10 作统计处理。

2 结果

在相同的条件下分别检测人体的劳宫穴和非穴位受激光照射前和受不同功率激光照射后的反射光谱。每个测量值都重复测量 6 次来获取平均值,测量结果具有很好的重复性,所有测量得到的反射率都用($X \pm SD$)表示。如图 1 表示劳宫穴和非穴位受激光照射前的反射光谱,图 2 表示劳宫穴受激光照射前和受功率分别为 20, 50, 100 mW 的激光照射后的反射光谱,图 3 表示非穴位受激光照射前和受功率分别为 20, 50, 100 mW 的激光照射后的反射光谱。表 1 表示劳宫穴受激光照射前和受功率分别为 20, 50, 100 mW 的激光照射后分别在波长为 423, 544, 577, 980 nm 的波谷处的反射率,表 2 为非穴位受激光照射前和受功率分别为 20, 50, 100 mW 的激光照射以后分别在波长为 423, 544, 577, 980 nm 的波谷处的反射率。

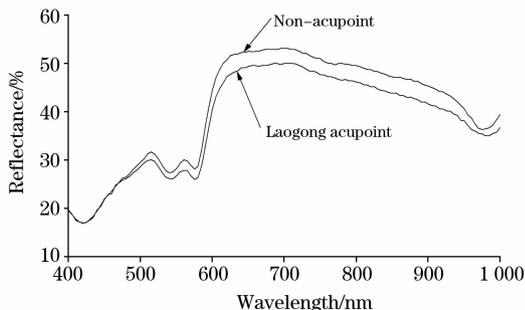


Fig. 1 Reflectance spectroscopy of the Laogong acupoint and non-acupoint before irradiation

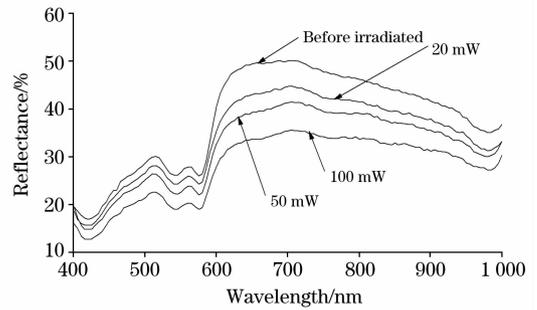


Fig. 2 Reflectance spectroscopy of the Laogong acupoint before and after irradiation with different power

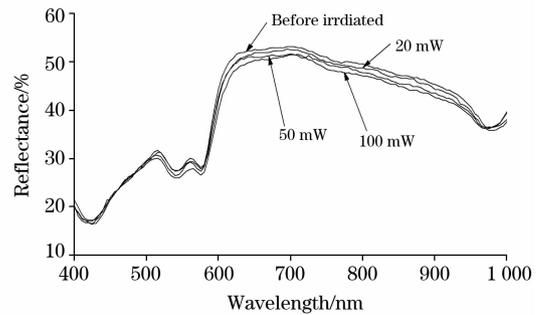


Fig. 3 Reflectance spectroscopy of the non-acupoint before and after irradiation with different power

Table 1 Reflectance of Laogong acupoint before and after irradiation with different power at different wavelengths

λ /nm	Before irradiated/%	20 mW/%	50 mW/%	100 mW/%
423	17.1±0.5	15.6±0.5	14.8±0.4	12.8±0.5
544	26.1±0.7	24.3±0.8	22.1±0.7	19.0±0.9
577	25.9±0.8	24.3±0.7	22.1±0.8	19.0±1.0
980	35.0±1.1	31.3±0.8	30.0±0.9	27.2±1.1

Table 2 Reflectance (%) of non-acupoint before and after irradiation with different power at different wavelengths

λ /nm	Before irradiated/%	20 mW/%	50 mW/%	100 mW/%
423	17.1±0.6	17.2±0.5	16.4±0.6	16.5±0.6
544	27.6±0.5	27.5±0.6	26.7±0.5	26.0±0.6
577	28.1±0.5	27.9±0.5	27.4±0.7	26.6±0.8
980	36.5±0.9	36.5±1.0	36.4±1.1	35.8±1.2

3 讨论

受激光照射前,劳宫穴和非穴位的反射光谱曲线整体变化趋势基本相同,在 400~475 nm 劳宫穴和非穴位的反射率基本相同,在 475~1 000 nm,劳宫穴的反射率在任意波长都要比非穴位要小,如图 1 所示,劳宫穴和非穴位在 400~423 nm 反射率随着波长的增大而急剧下降,在 423 nm 处达到一个波谷,劳宫穴和非穴位的反射率分别为 17.1% 和 17.1%。在 423~515 nm 反射率随着波长增大而急剧上升。

在 515~577 nm, 反射率先急剧下降, 然后急剧上升, 再急剧下降, 其中两次达到波谷, 波谷对应波长分别为 544 和 577 nm。这两个波谷对应的波长与人体血液吸收峰几乎在同一波长。在 544 nm 处劳宫穴和非穴位的反射率分别为 26.1% 和 27.6%, 在 577 nm 处分别为 25.9% 和 28.1%。在 577~630 nm, 随着波长的增加, 反射率几乎呈直线上升, 在 630~705 nm, 随着波长的增加, 反射率缓慢增加, 之后, 从 705~980 nm, 随着波长的增加, 反射率缓慢降低, 在 980 nm 处达到一个波谷, 劳宫穴和非穴位的反射率分别为 35.0% 和 36.5%。在 980~1 000 nm, 反射率又缓慢上升。在 400~800 nm 范围内与杨洪钦研究的人体载体皮肤组织的反射光谱^[17]基本一致。

经过 20, 50, 100 mW 不同功率的激光照射以后, 劳宫穴的反射率显著下降, 并且随着功率的增加反射率下降得越多, 如图 2 所示, 但反射光谱轮廓与受激光照射前相似, 波谷仍然与受激光照射前的一样, 分别出现在 423, 544, 577, 980 nm。非穴位经过不同功率的半导体激光照射后, 反射光谱轮廓也与受激光照射前相似, 波谷与受激光照射前一样, 也是分别出现在 423, 544, 577, 980 nm, 如图 3 所示, 与劳宫穴不同的是, 非穴位经过照射后, 随着照射功率增大, 反射率稍有下降, 但下降幅度远没有劳宫穴那么明显。如表 1 和表 2 所示, 劳宫穴经过 20 mW 激光照射后, 在 423, 544, 577, 980 nm 这 4 个波谷处的反射率分别为 15.6%, 24.3%, 24.3%, 31.3%, 比受激光照射前分别下降了 1.5%, 1.8%, 1.6%, 3.7%。非穴位经过 20 mW 激光照射后在 4 个波谷处的反射率依次为 17.2%, 27.5%, 27.9%, 36.5%, 比受激光照射前分别只下降了 0.0%, 0.1%, 0.2%, 0.0%; 劳宫穴经过 50 mW 激光照射后在 423, 544, 577, 980 nm 这 4 个波谷处的反射率分别为 14.8%, 22.1%, 22.1%, 30.0%,

比受激光照射前分别下降了 2.3%, 4.0%, 3.8%, 5.0%。非穴位经过 50 mW 激光照射后在 4 个波谷处的反射率依次为 16.4%, 26.7%, 27.4%, 36.4%, 比受激光照射前分别只下降了 0.7%, 0.9%, 0.7%, 0.1%; 劳宫穴经过 100 mW 激光照射后在 423, 544, 577, 980 nm 这 4 个波谷处的反射率分别为 12.8%, 19.0%, 19.0%, 27.2%, 比受激光照射前分别下降了 4.3%, 7.1%, 6.9%, 7.8%。非穴位经过 100 mW 激光照射后在 4 个波谷处的反射率依次为 16.5%, 26.0%, 26.6%, 35.8%, 比受激光照射前分别只下降了 0.6%, 1.6%, 1.5%, 0.7%。劳宫穴在受激光照射以后反射率下降幅度比非穴位反射率下降幅度大的原因是劳宫穴比非穴位对外界刺激更敏感, 激光照射穴位以后, 随着照射功率的增大, 穴位组织的温度和血液灌注量增加^[18], 从而引起反射率下降。

4 结 论

本文研究了人体劳宫穴和非穴位受激光照射前和受功率分别为 20, 50 和 100 mW 的半导体激光照射后在 400~1 000 nm 范围内的反射光谱, 通过对比, 得出以下结论: 受激光照射前, 劳宫穴和非穴位在 400~1 000 nm 范围内的反射光谱形状基本相同, 劳宫穴的反射率低于非穴位。在受不同功率激光照射之后, 劳宫穴和非穴位的反射率都随激光照射功率的增大而减小, 但劳宫穴反射率下降幅度比非穴位要大得多。本研究说明劳宫穴与非穴位的反射光谱存在差异并且劳宫穴比非穴位对激光照射的刺激更敏感。这一结论为穴位的特异性研究以及临床激光针灸治疗疾病提供了有益的参考。

参 考 文 献

- [1] LIN Wen-zhu(林文注). Shanghai Journal of Acupuncture and Moxibustion(上海针灸杂志), 1998, 17(4): 37.
- [2] FEI Lun, CHENG Huan-sheng, CAI De-heng, et al(费伦, 承煥生, 蔡德亨, 等). Chinese Science Bulletin(科学通报), 1998, 43(6): 658.
- [3] YU An-sheng, ZHAO Ying-xia, YAN Zhen-guo(余安胜, 赵英侠, 严振国). Chinese Acupuncture and Moxibustion(中国针灸), 1999, 19(1): 27.
- [4] MIN You-jiang, YAO Hai-hua, YAN Zhen-guo(闵友江, 姚海华, 严振国). Journal of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine(辽宁中医药大学学报), 2007, 9(4): 27.
- [5] HAN Yin-hua, DING Guang-hong, SHEN Xue-yong, et al(韩吟华, 丁光宏, 沈雪勇, 等). Shanghai Journal of Biomedical Engineering(上海生物医学工程), 2005, 26(4): 198.
- [6] DING Guang-hong, YAO Wei, CHU Jun-hao, et al(丁光宏, 姚伟, 褚君浩, 等). Chinese Science Bulletin(科学通报), 2000, 45(23): 2530.
- [7] Lo S Y. Meridians in Acupuncture and Infrared Imaging. Med. Hypoth., 2002, 58: 72.
- [8] LIU Han-ping, SHEN Xue-yong, DENG Hai-ping, et al(刘汉平, 沈雪勇, 邓海平, 等). Shanghai Journal of Traditional Chinese Medicine(上海中医药杂志), 2004, 38(4): 52.
- [9] YANG Hong-qin, XIE Shu-sen, HU Xiang-long, et al. Am. J. Chinese Medicine, 2007, 35(2): 231.
- [10] Yang Hongqin, Xie Shusen, Liu Songhao, et al. Am. J. Chinese Medicine, 2007, 35(5): 743.
- [11] LI Hui, YANG Hong-qin, XIE Shu-sen(李晖, 杨洪钦, 谢树森). Science in China, G(中国科学·G辑), 2007, 37: 62.
- [12] Mester E. OrvHetil, 1966, 107(22): 1012.
- [13] LI Zhong-ming, ZHANG Zhen-xi(李忠明, 张镇西). Chinese Acta Laser Biology Sinica(激光生物学报), 2006, 15(3): 272.

- [14] Whittaker P. Lasers in Medical Science, 2004, 19(2): 69.
- [15] Niemz Markolf H. Laser-Tissue Interactions Fundamentals and Applications(激光与生物组织的相互作用原理及应用). Translated by ZHANG Zhen-xi(张振西, 译). Beijing: Science Press(北京: 科学出版社), 2005.
- [16] Urs Utzinger, Molly Brewer, Elvio Silva, et al. Lasers in Surgery and Medicine, 2001, 28: 56.
- [17] YANG Hong-qin, XIE Shu-sen, LI Hui, et al(杨洪钦, 谢树森, 李 晖, 等). Chinese Optics Letters(中国光学快报), 2007, 5(3): 181.
- [18] WANG Xianju, ZENG Changchun, LIU Hanping, et al. Proc. SPIE, 2005, 6047: 604701-1.

Comparative Study of Reflectance Spectroscopy of Human Laogong Acupoint and Non-Acupoint Tissues Irradiated by Near-Infrared Laser

ZHANG Zu-de¹, GUO Zhou-yi¹, WEI Hua-jiang^{1*}, LIU Han-ping¹, ZHONG Hui-qing¹, YANG Hong-qin², XIE Shu-sen², LIU Song-hao¹

1. Key Laboratory of Laser Life Science and Institute of Laser Life Science, Ministry of Education, South China Normal University, Guangzhou 510631, China
2. Key Laboratory of Optoelectronic Science and Technology for Medicine of Ministry of Education, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China

Abstract Characteristics and differences of reflectance spectroscopy of human Laogong acupoint and non-acupoint tissues before and after irradiation by different power of laser were studied in the spectral range from 400 to 1 000 nm. A wavelength 808 nm semiconductor laser was used for irradiation at the power of 20, 50 and 100 mW for ten minutes. Reflectance spectra of human Laogong acupoint and non-acupoint tissues were measured by using an AvaSpec-2048 optical fiber spectroscopy with an integrating sphere attachment. The result shows that before irradiation the shape of the reflectance spectra of Laogong acupoint and non-acupoint is similar, they have the same troughs at 423, 544, 577 and 980 nm, and the reflectance for Laogong acupoint and non-acupoint at these wavelengths is 17.1%, 26.1%, 25.9% and 35.0%, and 17.1%, 27.6%, 28.1% and 36.5% respectively. But from 475 to 1 000 nm, the reflectance of Laogong acupoint is smaller than that of non-acupoint. After being irradiated by semiconductor laser at the power of 20, 50 and 100 mW, there is a very significant decrease in the reflectance of Laogong acupoint compared to that before irradiation, and the higher the power, the lower the reflectance. But there is just a small decrease in the reflectance for non-acupoint compared to that before irradiation. From the above results, it is clearly seen that Laogong acupoint is different from non-acupoint on reflectance spectroscopy, and Laogong acupoint is more sensitive to laser irradiation than non-acupoint tissue.

Keywords Laogong acupoint; Non-acupoint; Reflection spectroscopy; Semiconductor laser; Irradiate

(Received Nov. 18, 2008; accepted Feb. 22, 2009)

* Corresponding author