

# 艾灸前后手厥阴心包经及其周边非经络组织的光传输特性探究

刘湘容 陈长水 余锦望 江怡帆 刘晓梅 刘颂豪

(华南师范大学光子纳米生物技术研究中心和光子中医实验室, 广东 广州 510631)

**摘要** 为了探究艾灸前后经络与非经络组织之间光学特性差异,采用自制高灵敏度光传输检测装置,在体研究了艾灸内关穴前后手厥阴心包经的光传输特性,以及艾灸内关穴附近 1 cm 处的非穴位点前后非经络组织的光传输特性。结果发现艾灸后手厥阴心包经与其周边非经络组织上的光传输效率都明显降低,但手厥阴心包经上的光传输效率衰减更显著( $P < 0.05$ )。实验研究表明手厥阴心包经及其周边的非经络组织在光传输特性上存在差异,并且手厥阴心包经对艾灸的刺激作用更敏感,可以为经络的特性研究及艾灸的临床应用提供有益的数据参考。

**关键词** 生物光学;光传输特性;手厥阴心包经;非经络组织;艾灸

**中图分类号** R318.51 **文献标识码** A **doi:** 10.3788/CJL201138.0404003

## Study on Optical Transport of Pericardium Meridian and Surrounding Non-Meridian Tissue Before and After Moxibustion

Liu Xiangrong Chen Changshui Yu Jinwang Jiang Yifan Liu Xiaomei Liu Songhao

(Photon & Nano Research Centre for Biosciences and Laboratory of Photonic Traditional Chinese Medicine, South China Normal University, Guangzhou, Guangdong 510631, China)

**Abstract** In order to explore optical transmission characteristics between meridian tissue and non-meridian tissue before and after moxibustion, a self-made device is used to detect optical transmission characteristics with high sensitivity. The optical transport characteristic of pericardium meridian before and after moxibustion neiguan acupoint is researched, optical transport characteristic of the non-meridian tissue before and after couterizing non-acupoint point is also researched which is 1 cm far away from neiguan acupoint. The optical transmission efficiency in pericardium meridian and non-meridian tissue both decrease after moxibustion, but there is a much more significant decrease in pericardium meridian than non-meridian tissue ( $P < 0.05$ ). These findings suggest that the optical transmission characteristics of pericardium meridian and non-meridian tissue are different, and pericardium meridian appears more sensitive to moxibustion. The results herein can offer beneficial reference in meridian studies and clinical application of moxibustion.

**Key words** biological optics; optical transport; pericardium meridian; non-meridian tissue; moxibustion

**OCIS codes** 170.3660; 170.3890; 170.6935

## 1 引 言

经络是中医理论的一个重要核心,经络理论指导着包括针灸在内的几乎所有中医临床实践。20 世纪 50 年代以来,国内外专家学者通过循经感传、

力、热、电、光、同位素、红外线、化学成分分析、生物能量代谢分析、解剖等各种手段对经络的实质进行了研究,并提出了各自的观点<sup>[1~7]</sup>。根据中医理论,离体组织与活体组织存在巨大差别,并且某些物质

**收稿日期:** 2010-09-20; **收到修改稿日期:** 2011-01-28

**基金项目:** 国家 973 计划(2006CB504505)、国家 863 计划(2007AA021806, 2007AA021902, 2007AA022005)和广东省中医药项目(2009436, 2010461)资助课题。

**作者简介:** 刘湘容(1983—),男,硕士研究生,主要从事光学在生物医学中的应用方面的研究。

E-mail: liuxiangrong6@126.com

**导师简介:** 陈长水(1969—),男,博士,博士生导师,主要从事激光光学、生物光子学和光子中医药等方面的研究。

E-mail: cschen@aiofm.ac.cn(通信联系人)

只存在于活体组织中,因此,发展活体的无损测量技术对经络的特性研究具有重要价值。生物医学光子学的发展为经络特性的研究提供了一个有效手段<sup>[8~12]</sup>。艾灸是中医防治疾病的传统方法之一,已有 2000 多年的历史,有“灸治百病”之说,其治疗机理说明艾灸在一定程度上改变了生物组织的生理特性<sup>[13~16]</sup>。本文实验建立了一套光传输自动检测系统,检测了艾灸内关穴对手厥阴心包经光传输特性的影响,并与艾灸内关穴附近 1 cm 处的非穴位点后非经络组织上光传输特性的改变进行了对比研究。

## 2 对象及方法

### 2.1 实验对象和实验材料

健康成年人 39 例,其中男 19 例,女 20 例;年龄最小 22 岁,最大 26 岁,平均年龄 24.1 岁。实验用艾条为苏州市东方艾绒厂生产,呈圆柱状,长 20~21 cm,直径 1.7~1.8 cm,气香,点燃后不熄灭,烟气特异,适用于直射灸法。在针灸师的帮助下取受试者手厥阴心包经上的内关穴及附近 1 cm 处非经络组织上的非穴位点分别进行艾灸,艾灸时间以被灸部位出现红晕觉发热即可,一般 5~8 min,定位按中华人民共和国国家标准(GB12346—90)《经穴部位》进行。实验条件为暗室,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,为避免电机运行时的电磁场对测量结果产生影响,每次测量均在电机停下(步进电机不存在永久磁铁,一旦关闭即不存在磁场)时进行。受试者在实验前 30 min 进入实验室,静坐休息、适应环境。实验前先用体积分数 75% 的乙醇轻轻擦拭受检部位,待乙醇挥发后,再进行实验。

### 2.2 实验装置

采用自制高灵敏度人体光传输检测装置(见图 1)。装置中 808 nm(半导体激光器)激光经过频率为 1000 Hz 的斩波器(SR540)调制后,耦合进入

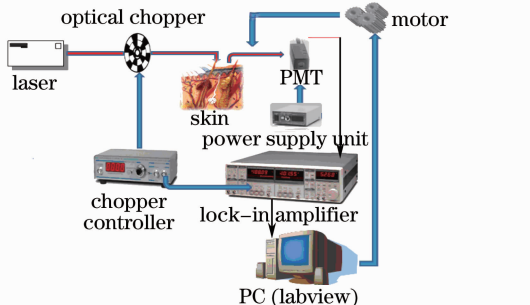


图 1 实验测量平台

Fig. 1 Measurement system

纤芯直径为 600 μm 的入射光纤,光纤头垂直接触皮肤表面,在探测点由另一根纤芯直径为 600 μm 的光纤垂直皮肤表面收集漫射出皮肤表面的激光,传输到光电倍增管(PMT)(H5734-20),光信号经光电倍增管转换和放大后,送至锁相放大器(SR830),存入计算机。

假设输入光电倍增管的功率是  $P_{in}$ ,那么锁相放大器的输出电压为

$$U = 0.6365 \times P_{in} \times A(\lambda, u), \quad (1)$$

式中  $A(\lambda, u)$  是光电倍增管的灵敏度,  $u$  是光电倍增管的控制电压,  $\lambda$  是光的波长, 0.6365 表示峰峰值为 1 V 的信号输入得到一个幅值为 0.6365 V 的输出。为了保证射入人体的激光功率不变,实验过程中要保持激光器的输出功率、光电倍增管的控制电压和斩波器频率不变。

### 2.3 实验方法

实验测量的示意图如图 2 所示,内关穴(neiguan acupoint)和非穴位点(non-acupoint point)分别为激光的入射点,手厥阴心包经(pericardium meridian)和水平旁开 1 cm 的非经络组织(non-meridian tissue)分别为相对应的探测路线,其中内关穴位于手厥阴心包经上,非穴位点位于非经络线上,扫描路线相互平行,从距离入射点 10 mm 处开始扫描。实验时,将激光的入射点对准内关穴不动,通过步进电机带动探测光纤对手厥阴心包经进行自动扫描测量,每隔 1 mm 测量 1 个值,每条线测量 31 个点,即测量长度为 30 mm;再将激光的入射点对准非穴位点,进行非经络组织的自动扫描测量。0.5 h 后对内关穴进行艾灸,艾灸结束 3 min 以后使激光的入射点对准内关穴,通过步进电机带动探测光纤对手厥阴心包经进行自动扫描测量;2 h 后再对非穴位点进行艾灸,艾灸结束 3 min 以后使激光的入射点对准非穴位点不动,对非经络组织进行自动扫描测量。

实验进行前,检测实验系统的稳定性。选用图 2

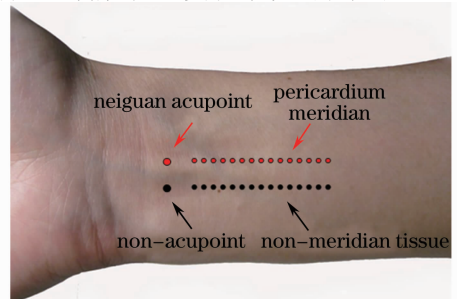


图 2 实验测量示意图

Fig. 2 Schematic diagram of experimental measurement

所示人手臂内侧皮肤组织进行测试,在两条相隔1 cm 的平行路线上各测量 5 次,所得结果如图 3 所示。

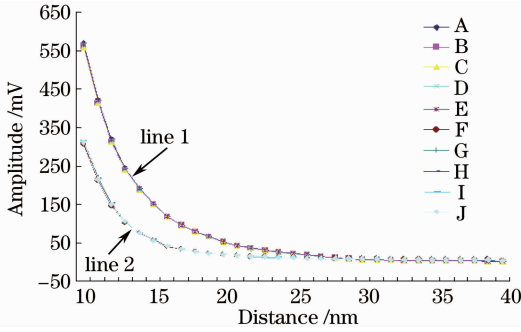


图 3 测量验证系统稳定性

Fig. 3 Test of stability of the measurement system

图 3 的横坐标为探测器离入射点的距离,纵坐标是输出信号,其中 A、B、C、D、E 为路线 1 上的 5 次测量结果,F、G、H、I、J 为路线 2 上的 5 次测量结果。从图中可以看出,两条路线上的 5 次测量结果几乎完全重合,这说明系统是稳定可靠的。

### 2.4 统计分析

漫射光强度参数以均数和标准差( $X \pm D_s$ )表示,采用  $t$  检验,显著度  $P < 0.05$  为有显著性差异,利用统计软件 SPSS16 作统计处理。漫射光分布图纵轴为漫射光强度,横轴为探测距离,由 Excel 软件包中的图表处理程序生成。

## 3 实验结果

按照上述实验方法在相同的条件下分别检测手厥阴心包经及其周边的非经络组织在艾灸前后的光传输特性。每个点测量 10 次取平均值,测量结果具有很好的重复性,所有测量得到的数值用( $X \pm D_s$ )表示。如图 4 表示艾灸前手厥阴心包经与其周边非经络组织的光传输特性,图 5 表示手厥阴心包经艾灸内关穴前后的光传输特性,图 6 表示手厥阴心包经周边非经络组织艾灸非穴位点前后的光传输特性。表 1 为手厥阴心包经艾灸内关穴前后漫射光强度比较,表 2 为手厥阴心包经周边非经络组织艾灸非穴位点前后漫射光强度比较。

表 1 手厥阴心包经艾灸内关穴前后漫射光强度比较

Table 1 Diffuse light intensity of pericardium meridian before and after canterizing neiguan acupoint at different distances

| Distance /mm | Pericardium meridian  |                        |                 |                    |
|--------------|-----------------------|------------------------|-----------------|--------------------|
|              | After moxibustion /mV | Before moxibustion /mV | Decline /mV     | Rate of decline /% |
| 10           | (625.3 ± 144.7)       | (520.3 ± 136.5)        | (105.0 ± 8.2) * | (16.8 ± 1.3)       |
| 15           | (234.2 ± 60.0)        | (188.9 ± 56.6)         | (45.3 ± 3.4) *  | (19.3 ± 1.5)       |
| 20           | (93.5 ± 25.3)         | (73.4 ± 23.7)          | (20.1 ± 1.6) *  | (21.5 ± 1.7)       |
| 25           | (43.3 ± 12.6)         | (33.7 ± 11.5)          | (9.6 ± 1.1) *   | (22.1 ± 2.5)       |
| 30           | (22.7 ± 7.1)          | (17.6 ± 6.5)           | (5.1 ± 0.6) *   | (22.6 ± 2.6)       |

\*  $P < 0.05$

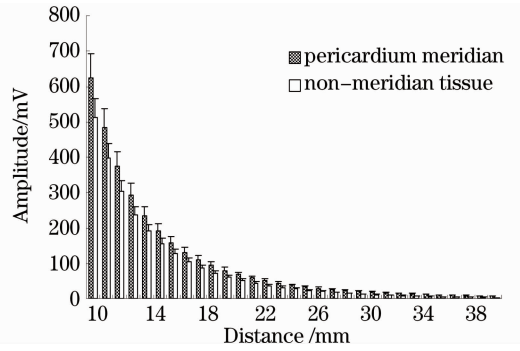


图 4 艾灸前手厥阴心包经与其周边非经络组织的光传输特性

Fig. 4 Optical transport of pericardium meridian and the surrounding non-meridian tissue before moxibustion

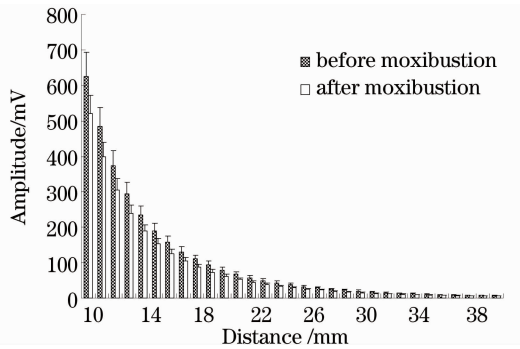


图 5 艾灸内关穴前后手厥阴心包经的光传输特性改变

Fig. 5 Optical transport of pericardium meridian before and after canterizing neiguan acupoint

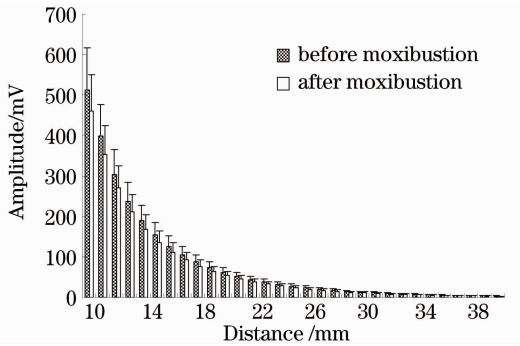


图 6 艾灸非穴位点前后周边非经络组织的光传输特性改变

Fig. 6 Optical transport of the surrounding non-meridian tissue before and after canterizing non-acupoint point

表 2 周边非经络组织艾灸非穴位点前后漫射光强度比较

Table 2 Diffuse light intensity of the surrounding non-meridian tissue before and after cauterizing non-acupoint point at different distances

| Distance /mm | The surrounding non-meridian tissue |                        |              |                    |
|--------------|-------------------------------------|------------------------|--------------|--------------------|
|              | After moxibustion /mV               | Before moxibustion /mV | Decline /mV  | Rate of decline /% |
| 10           | (513.2±142.4)                       | (459.5±138.4)          | (53.7±4.0) * | (10.5±0.8)         |
| 15           | (190.3±53.1)                        | (169.4±51.4)           | (20.8±1.8) * | (10.9±0.9)         |
| 20           | (72.5±20.8)                         | (64.2±20.1)            | (8.3±0.7) *  | (11.4±1.0)         |
| 25           | (31.6±9.7)                          | (27.6±9.1)             | (4.0±0.6) *  | (12.7±1.9)         |
| 30           | (14.6±4.8)                          | (12.8±4.4)             | (1.9±0.4) *  | (12.8±2.7)         |

\*  $P < 0.05$

## 4 讨 论

生物医学光子学的提出为经络与非经络组织的差异性研究提供了一个有效方法,在体研究了手厥阴心包经及其周边非经络组织在艾灸前后的光传输特性。艾灸前,手厥阴心包经与周边非经络组织上的光传输特性整体变化趋势基本相同,呈指数衰减。但在测量范围内,手厥阴心包经上的漫射光强度总是强于其周边非经络组织,表明光波沿手厥阴心包经传输时比周边非经络组织衰减得慢,此实验结果与杨洪钦<sup>[17]</sup>的研究结果相同。如图 4 所示,随着距离的增大,手厥阴心包经和周边非经络组织上的漫射光强度急剧下降,最后二者的测量值趋于重合,这是由于随着光传输距离的增大,漫射光强度逐渐衰减到可以被忽略的程度,符合光在生物组织中的传输特性。

艾灸后,手厥阴心包经与周边非经络组织上的光传输特性变化趋势与艾灸前相似,如图 5,6 所示,手厥阴心包经与周边非经络组织上的光传输效率明显降低,但手厥阴心包经上光传输效率降低得更加显著( $P < 0.05$ )。如表 1,2 所示,艾灸内关穴前,手厥阴心包经在 10、15、20、25、30 mm 位点的漫射光强度分别为 625.3、234.2、93.5、43.3、22.7 mV,艾灸内关穴后,手厥阴心包经在这 5 个位点的漫射光强度分别为 520.3、188.9、73.4、33.7、17.6 mV,分别比艾灸前下降了 16.8%、19.3%、21.5%、22.1%、22.6%;而艾灸非穴位点前,非经络组织在 10、15、20、25、30 mm 位点的漫射光强度分别为 513.2、190.3、72.5、31.6、14.6 mV,艾灸非穴位点后,非经络组织在这 5 个位点的漫射光强度分别为 459.5、169.4、64.2、27.6、12.8 mV,分别比艾灸前下降了 10.5%、10.9%、11.4%、12.7%、12.8%。上述结果表明,艾灸后,手厥阴心包经上的光传输效率下降幅度比周边非经络组织大,说明手厥阴心包经对艾灸刺激更敏感。由于人体组织中存在大量不

同种类的大分子、细胞器、小水滴等散射介质,依据组织光学原理,漫散射是组织中最显著的光学效应。由于艾灸的温热效应,艾灸后局部皮肤温度升高,血流加速,单位时间内局部皮肤血流灌注量增加<sup>[18]</sup>,使得局部皮肤血液中各种微粒数量增多,导致光在组织中衰减增加,光传输效率降低。同时,艾灸还可产生一种抗氧化和清除自由基的物质,该物质附着于穴位处通过灸热渗透入人体<sup>[19,20]</sup>,使穴位组织的血液粘稠度降低,从而间接增加穴位组织的血液灌注量和流速,引起光传输效率下降。

## 5 结 论

研究了手厥阴心包经及其周边非经络组织在艾灸前后的光传输特性,通过对比,得出以下结论:艾灸前,手厥阴心包经及其周边非经络组织的光传输特性整体变化趋势基本相同,手厥阴心包经上的漫射光强度高于非经络组织。艾灸后,手厥阴心包经及其周边非经络组织的光传输效率都明显降低,但手厥阴心包经上光传输效率降低更显著。该研究说明手厥阴心包经及其周边非经络组织的光传输特性存在差异,并且手厥阴心包经对艾灸的刺激更敏感。这一结论为经络的特性研究及艾灸的临床应用提供了有益参考数据。

## 参 考 文 献

- 1 Hu Xianglong, Xu Jinsen, Wang Peiqing *et al.*. Preliminary exploration on the mechanism underlying the formation of infrared radiant track along meridian courses over human body surface[J]. *J. Infrared and Millimeter Waves*, 2003, **22**(3): 175~180
- 2 胡翔龙, 许金森, 汪培清等. 人体体表循经红外辐射轨迹形成机理的初步探讨[J]. *红外与毫米波学报*, 2003, **22**(3): 175~180
- 3 C. H. Choi, K. S. Soh, S. M. Lee *et al.*. Study of propagation of light along an acupuncture meridian[J]. *J. Opt. Soc. Korea*, 2003, **7**(4): 245~248
- 4 S. Y. Lo. Meridians in acupuncture and infrared imaging[J]. *Med. Hypotheses*, 2002, **58**(1): 72~76
- 5 T. B. Parrish, A. Schaeffer, M. Catanese *et al.*. Functional magnetic resonance imaging of real and sham acupuncture[J].

- IEEE Eng. Med. Biol. Mag.*, 2005, **24**(2): 35~40
- 5 Sun Pingsheng, Zhao Yuzhuo, Li Yulan *et al.*. The study on conduction of acoustic information along meridians [J]. *Acupuncture Research*, 1988, **13**(2): 139~142  
孙平生, 赵玉卓, 李玉兰 等. 循经传导声信息的研究[J]. 针刺研究, 1988, **13**(2): 139~142
  - 6 Zhang Changlin. Relationship of electron-magnetic standing wave with acupuncture meridian [J]. *Acupuncture Research*, 1995, **20**(4): 52~62  
张长琳. 电磁驻波叠加作为经络系统的背景[J]. 针刺研究, 1995, **20**(4): 52~62
  - 7 Hu Guangqiang. Meridian efficacy mechanism and the basis of anatomy physiology[J]. *China Science Technology Information*, 2005, (20): 177  
胡光强. 经络功效的机制及其解剖生理学基础[J]. 中国科技信息, 2005, (20): 177
  - 8 Liu Chengyi, Wang Yanfang, Zhu Jian *et al.*. Mechanism of intranasal low intensity laser therapy [J]. *Chinese J. Lasers*, 2009, **36**(11): 2799~2804  
刘承宜, 王艳芳, 朱健 等. 鼻腔内低强度激光照射疗法的机理[J]. 中国激光, 2009, **36**(11): 2799~2804
  - 9 Qiu Deming, Qiu Ding'an. Clinical observation of treatment of cystic hyperplasia of breast with laser irradiation at meridian points [J]. *Chinese J. Lasers*, 1990, **17**(4): 254~256  
邱德明, 邱定安. 激光经络穴位疗法治疗乳腺增生的临床观察[J]. 中国激光, 1990, **17**(4): 254~256
  - 10 Yang Hongqin. Study of Human Meridian Phenomena by Medical Photonic Techniques[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2007  
杨洪钦. 基于医学光子技术的人体经络现象研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007
  - 11 Wang Yuhua, Yang Hongqin, Xie Shusen *et al.*. Experimental measurement of the optical transport along human meridian direction [J]. *Chinese J. Lasers*, 2009, **36**(9): 2443~2446  
王瑜华, 杨洪钦, 谢树森 等. 人体经络光传输特性的实验测量[J]. 中国激光, 2009, **36**(9): 2443~2446
  - 12 Li Zhongming, Liu Xiaohua. The theoretical analysis of thermal interaction between laser and bio-tissue [J]. *J. Optoelectronics • Laser*, 2002, **13**(8): 860~863  
李忠明, 刘晓花. 激光-生物组织热作用的电磁理论分析[J]. 光电子·激光, 2002, **13**(8): 860~863
  - 13 Zhang Qingyuan, Hu Shuping. Research and mechanism of moxibustion [J]. *Shanghai J. Acupuncture Moxibustion*, 2008, **27**(5): 47~49  
张青元, 胡淑萍. 艾灸机理研究现状与探析[J]. 上海针灸杂志, 2008, **27**(5): 47~49
  - 14 Shen Xueyong, Ding Guanghong, Chu Junhao *et al.*. Comparison of infrared radiation spectrum of traditional moxibustion, substitute moxibustion and acupoints of human body [J]. *J. Infrared and Millimeter Waves*, 2003, **22**(2): 123~126  
沈雪勇, 丁光宏, 褚君浩 等. 传统艾灸与替代物灸和人体穴位红外辐射光谱比较[J]. 红外与毫米波学报, 2003, **22**(2): 123~126
  - 15 Xia Yongli, Lai Xinsheng. Study on the mechanism of moxibustion by bio-heat transfer theory [J]. *J. Biomedical Engineering Research*, 2008, **27**(2): 142~144  
夏永莉, 赖新生. 从生物传热学角度研究中医艾灸机理[J]. 生物医学工程研究, 2008, **27**(2): 142~144
  - 16 Wang Xiaoyu, Jiang Guotai, Chen Zhihong *et al.*. Thermal characteristic analysis of moxibustion's hyperthermia by the infrared imaging technology [J]. *Infrared and Laser Engineering*, 2010, **39**(2): 223~226  
王晓瑜, 江国泰, 陈志宏 等. 利用红外成像技术分析灸疗温度特征[J]. 红外与激光工程, 2010, **39**(2): 223~226
  - 17 Yang Hongqin, Xie Shusen, Li Hui *et al.*. Differences in optical transport properties between human meridian and non-meridian [J]. *Am. J. Chinese Med.*, 2007, **35**(5): 743~752
  - 18 Wang Xianju, Zeng Changchun, Liu Hanping *et al.*. The effect of laser acupuncture on temperature and blood flow perfusion rate of the point tissue [J]. *Acta Laser Biology Sinica*, 2005, **14**(4): 260~264  
王先菊, 曾常春, 刘汉平等. 激光针灸对穴位组织温度和血流灌注率的影响[J]. 激光生物学报, 2005, **14**(4): 260~264
  - 19 M. Ohnisi, S. Toda, K. S. Toka *et al.*. A study on radical scavenging with moxibustion product [J]. *J. Jpn. Soc. Acupuncture*, 1991, **41**(1): 42
  - 20 I. Nisitani, N. Ueda. The antioxidative substance in the products of burned moxa [J]. *J. Jpn. Soc. Acupuncture*, 1988, **38**(1): 29