

实验研究

隔药饼灸对急性胃黏膜损伤家兔腧穴局部能量代谢的影响

周志刚^{1,2} 罗薇絮² 张学强² 覃 肯² 吴焕淦³

(1 上海中医药大学研究生院,上海,201203; 2 江西中医药大学基础医学院,南昌,330004; 3 上海市针灸经络研究所,上海,200030)

摘要 目的:观察隔药饼灸对急性胃黏膜损伤家兔黏液层阳性层厚度和腧穴局部组织 $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性的影响,探讨隔药饼灸治疗急性胃黏膜损伤的机制。方法:采用无水乙醇损伤造模法建立急性胃黏膜损伤模型,将 40 只家兔随机分成正常组和造模组,待模型在确定后,造模组家兔再随机分成模型组、隔药饼灸组和西药组,每组 9 只。隔药饼灸组将制好的药饼置于后三里穴上,灸 6 壮,1 次/d,连续灸 7 d。其他各组仅做与隔药灸组相同的固定,不予任何治疗,共 7 d。干预后,收集胃黏膜组织和后三里穴组织,分别按照实验处理要求做相应的处理。结果:隔药饼灸组胃黏膜黏液层阳性厚度较模型组明显增厚 ($P < 0.05$),隔药饼灸组后三里穴的 $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性较模型组显著升高。结论:改善“后三里”腧穴能量代谢可能是保护和修复胃黏膜损伤的作用途径之一。

关键词 隔药饼灸;急性胃黏膜损伤;能量代谢

Effects of Herbs-Partitioned moxibustion on energy metabolism of local acupoint in rabbits with acute gastric mucosal lesion

Zhou Zhigang^{1,2}, Luo Weixu², Zhang Xueqiang², Qin Ken², Wu Huang³

(1 Postgraduate institute of Shanghai University of TCM, Shanghai 201203, China; 2 School of Preclinical medical Sciences of Jiangxi University of TCM, 330004, China; 3 Shanghai Research Institute of Acupuncture and meridian, Shanghai 200030, China)

Abstract Objective: To observe the effects of Herbs-Partitioned moxibustion on the positive mucus layer thickness and $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ enzymatic activity in rabbits with acute gastric mucosal lesion for exploring the mechanisms of moxibustion action on model of acute gastric mucosal lesion. **Methods:** Anhydrous ethanol damage is adopted to establish model of gastric mucosal lesion. 30 of 40 rabbits were randomly selected as model group, the rest as control. After the successful models were confirmed, 30 model rabbits were randomly allocated to model group, herbs-partition moxibustion group and western medicine group. Herbs partition moxibustion group were treated by moxibustion on Housanli points, 6 columns once a day. Western medicine group were administrated by gavage at dosage of 25 mg/kg a day. The other groups just fixed the same as herbs-partition moxibustion group without any treatment. The treatments continued for 7 days. the gastric mucosa and tissues of Housanli points were collected on 8th day, corresponding procedures were done at request of experiment. **Results:** The positive mucus layer thickness of herbs-partition moxibustion group was more significantly increased than those of model group ($P < 0.05$). The $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ enzymatic activity of herbs-partition moxibustion group was significantly increased than those of model group. **Conclusion:** Improving the local energy metabolism of local acupoint in rabbits with acute gastric mucosal lesion may be one of the mechanisms of restoring and protecting the mucosal lesion.

Key Words Herbs-partition moxibustion; Acute gastric mucosal lesions; Energy metabolism

中图分类号: R245.8 文献标识码: A doi: 10.3969/j.issn.1673-7202.2014.05.023

灸法是一种以温热刺激为主要特色的自然疗法。施灸的主要材料是艾绒,艾绒燃烧时产生 0.8 ~ 5.6 μm 的红外光谱,分别产生非热效应和热效应^[1]。庞小峰^[2]等发现由 ATP 分子水解释放的生物能量传递的新理论的物理和生物学基础,实验证明蛋白质分子能吸收波长为 1 ~ 3 μm 和 5 ~ 7 μm 的红外光,后者能

导致蛋白质分子中的酰胺键的振动,从而促使生物能量沿蛋白质分子传递,使生物组织健康生长。研究发现人体穴位在 2 ~ 2.5 μm 光谱处存在一个明显的红外辐射峰,这与 ATP 转化成 ADP 时释放能量时发出的光子波长有一致性^[3]。

现代实验证明艾灸对急性胃黏膜损伤有良好的修

基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:81001549)

第一作者:周志刚(1971.05—),男,江西莲花县人,博士,副教授,研究方向:灸法作用的基本原理与应用规律研究,通信地址:江西省南昌市湾里区兴湾大道 818 号,邮编:330004,电话:(0791)87118672

通信作者:吴焕淦(1956.11—),男,浙江仙居县人,博士,教授,研究方向:灸法作用的基本原理与应用规律研究,通信地址:上海市针灸经络研究所,邮编:200030,电话:(021)64382190

复和保护作用^[4-5]。研究表明艾灸可以通过干预线粒体信号通路 cyt - c 和 Apaf - 1 发挥保护胃黏膜作用^[7]。但目前艾灸膻穴局部产生的生物效应和胃黏膜损伤后修复关系还不明确。本实验拟以急性胃黏膜损伤家兔为模型,在家兔“后三里”上施灸,观察隔药饼灸对胃黏膜的修复作用(黏膜损伤指数和胃黏膜黏液层阳性层厚度)和膻穴局部生物效应(线粒体形态和 ATP 酶活性)变化,探讨隔药饼灸治疗急性胃黏膜损伤家兔的机制。

1 材料与方法

1.1 实验动物及分组 健康新西兰兔 40 只,雌雄各半,体重约(2.2±0.5)kg,由上海中医药大学实验动物中心提供,动物编号:SCXK2010。实验动物购回后适应性饲养 7 d,饮食、饮水,以及一般状况正常者纳入实验。

1.2 主要制剂和试剂 艾柱,药饼,硫糖铝(四川锡成药业有限公司提供),0.250 g/片,Na⁺/K⁺ - ATP 酶试剂盒(南京建成生物工程研究所提供),爱先兰 - 糖原(AB - PAS)染色试剂盒(珠海贝索生物技术有限公司提供)。

1.3 模型制备及分组 采用无水乙醇损伤造模法建立急性胃黏膜损伤模型^[8]。造模前动物均禁食 48 h,随机分为正常组和造模组。正常组用生理盐水按 2.35 mL/kg 体重灌胃,其余用无水乙醇按 2.35 mL/kg 体重灌胃。24 h 后恢复普通饮食。造模结束后在造模组中随机选取 3 只、正常组 1 只处死,取胃黏膜,冰冻切片,HE 染色,光镜观察判断造模成功与否。利用随机数字表将造模组 27 只大鼠随机分成模型组、隔药饼灸组、西药对照组,每组 9 只。

1.4 穴位选择 家兔后三里穴的定位:根据《实验针灸学》^[9]家兔针灸穴位定位:小腿背外侧上 1/5 折点处,约当腓骨头下 1.2 cm,胫骨嵴后 1 cm。

1.5 治疗方法 将动物用皮毛理发器对其左、右后肢外侧被毛剪剃干净,置于屏蔽室中,将各组家兔固定于兔固定架内固定,使其双后腿伸出。适应室温 10 min 后进行不同的方法干预处理。A 组(正常组)、B 组(模型组):仅做与隔药灸组相同的固定,不予任何治疗。C 组(隔药灸组):将制好的药饼置于后三里穴上,灸 6 壮,1 次/d,连续灸 7 d。D 组(西药组):根据家兔体表面积换算每日硫糖铝的用量。每日灌药量为 25 mg/kg,1 次/d,连续灌药 7 d。

1.6 标本采集与制备

1.6.1 急性胃黏膜损伤家兔胃黏膜 AB/PAS 染色 从靠近幽门部剪取一块约 1.3 mm 左右的胃黏膜,4%

多聚甲醛固定,逐级酒精脱水,常规石蜡包埋,切片,AB/PAS 染色,在光镜下观察。并用测微尺在光镜×100 倍下测量胃黏膜 AB/PAS 阳性层厚度,自窦、体交界 500 μm 处开始,每张切片取平均间隔测量 10 个部位后取平均值。

1.6.2 后三里穴组织 Na⁺/K⁺ - ATP 酶活力 取“后三里”穴合适位置组织进行分析,所取组织重量为 112 mg 左右。冰水浴条件下机械匀浆,2 500 r/min,离心 10 min,取上清用生理盐水 20 倍稀释,取样 0.05 mL。经过酶促反应和定磷两个步骤,在 636 nm 处,1 cm 光径,双蒸水调零,测各管吸光度值。计算方式如下。

组织、细胞中 ATPase 活力(U/mgprot) = $\frac{\text{测定 OD 值} - \text{对照 OD 值}}{\text{标准 OD 值} - \text{空白 OD 值}} \times \text{标准品浓度}(0.02\mu\text{mol/ml}) \times 6^* \times 7.8^{**} \div \text{待测样本蛋白浓度}(\text{mgprot/ml})$

1.7 统计学方法 所有数据采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,使用 SPSS 19.0 for Windows 软件进行统计分析。所有资料进行正态性检验,符合正态分布者,多组计量资料采用单因素方差分析(One - way ANOVA),方差齐者用 LSD 和 SNK 法,方差不齐者用 Tamhane's T2 或 Dunnett's T3 法;不符合正态分布者采用秩和检验。

2 结果

2.1 艾灸对家兔胃黏膜 AB/PAS 阳性层厚度比较

与正常组比较,模型组家兔胃黏膜 AB/PAS 阳性层厚度明显下降,差异具有统计学意义($P < 0.01$);与模型组比较,隔药饼灸组兔胃黏膜 AB/PAS 阳性层厚度明显增加,差异具有统计学意义($P < 0.01$);隔药饼灸组家兔胃黏膜 AB/PAS 阳性层厚度高于西药组,但差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表 1 各组家兔胃黏膜 AB/PAS 阳性层厚度的比较(μm, $\bar{x} \pm s$)

组别	只数	胃黏膜 AB/PAS 阳性层厚度
正常组	9	121.04 ± 13.83 **
模型组	9	74.53 ± 8.49 △△
隔药灸组	9	108.46 ± 11.28 ** △△
西药组	9	85.59 ± 6.41 ** △△

注:与模型组比较,** $P < 0.01$,与正常组比较,△△ $P < 0.01$ 。

2.2 艾灸对各组家兔“后三里”穴组织 Na⁺/K⁺ - ATP 酶活力的影响 与正常组比较,西药组和模型组的家兔“后三里”穴组织 Na⁺/K⁺ - ATP 酶活性明显降低,差异具有统计学意义(均 $P < 0.01$);经隔药灸及硫糖铝干预后,隔药饼灸组和西药组家兔后三里”穴组织 Na⁺/K⁺ - ATP 酶活性均明显高于模型组,差异具有统计学意义(均 $P < 0.01$);隔药灸组“后三里”穴组织 Na⁺/K⁺ - ATP 酶活性低于正常组,但差异无统计学意义($P > 0.05$);西药组家兔后三里”穴组织 Na⁺/K⁺ -

ATP 酶活性明显低于正常组和隔药饼灸组,差异有统计学意义($P < 0.01$, $P < 0.05$)。

表 2 各组家兔后三里穴组织 $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	只数	$\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性 ($\mu\text{molPi}/\text{mgProt}/\text{h}$)
正常组	9	$5.6575 \pm 1.01950^{\Delta\Delta}$
模型组	9	$2.0056 \pm 0.52082^{**}$
隔药灸组	9	$5.1908 \pm 0.73987^{**\Delta\Delta}$
西药组	9	$3.7211 \pm 1.20388^{**\Delta\Delta}$

注:与正常组比较, $**P < 0.01$,与模型组比较, $\Delta\Delta P < 0.01$ 。

3 讨论

本实验探讨艾灸对急性胃黏膜损伤家兔膈穴局部能量代谢的影响,实验结果显示在“后三里”穴上施隔药饼灸显著降低急性胃黏膜损伤家兔胃黏膜损伤指数,明显增加胃黏膜黏液层阳性层厚度,提高局部组织的 $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性。

艾灸能保护胃黏膜免于损伤和修复胃黏膜损伤。急性胃黏膜损伤的发生发展与胃黏膜的侵袭/防御-修复动态平衡密切相关。艾灸作用于膈穴产生生物效应,诱导机体产生内源性保护物质,达到保护和修复胃黏膜作用。通过抗炎(如抑制 $\text{IL} - 1\beta$ 、 $\text{TNF} - \alpha$ 等^[11-12]、抗氧化^[13]、抑制凋亡等抗损伤^[14]和胃黏膜细胞增殖及胃黏膜重建^[15]等保护效应。

ATP 能量代谢和疾病的病理状态密切相关。经络是运行气血、联系脏腑和体表及全身各部的通道^[16],膈穴是脏腑经络气血输注于躯体外部的特殊部位,也是疾病的反应点和针灸等治法的刺激点^[17]。ATP 是细胞能量获得、转换、储存和利用等环节的联系纽带。ATP 酶(ATPase)是这类介导主动转运的膜蛋白,可将细胞内的 ATP 水解为 ADP,并利用高能磷酸键贮存的能量完成离子的跨膜转运^[18]。有实验发现,缺血再灌注脑损伤大鼠海马线粒体 ATP 酶活性较正常组显著降低^[19]。缓慢性心律失常大鼠的心肌 $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性显著降低^[20]。大运动量耐力训练大鼠骨骼肌 $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性也明显低于正常人^[21]。这种病态时的低能量代谢也在人身上得到证实。有研究发现^[22-24],冠心病患者的某些膈穴(如劳宫、内关、神门等)一定范围内红外光谱明显低于正常人。溃疡性结肠炎患者的冲阳穴和正常人相比较,在某些波长范围内,辐射强度明显低于正常人^[25]。所有这些研究提示在病理状态下,ATP 能量代谢低下。

艾灸的近外红光谱、膈穴波谱相似可能引发共振,促进 ATP 代谢。现代研究发现:艾绒燃烧时产生 $0.8 \sim 5.6 \mu\text{m}$ 红外光谱,且峰谱多数集中在 $1.5 \sim 3.5 \mu\text{m}$ 附近^[1,26-27]。根据普朗克量子能量公式计算,一个

ATP 分子转化成 ADP 时所释放的能量如未被利用而以光子的形式辐射出来,其光子的波长在 $2.5 \mu\text{m}$ 附近。据研究表明^[28]:扣除黑体辐射后,膈穴的红外光谱在 $2 \sim 2.5 \mu\text{m}$ 和 $15 \mu\text{m}$ 处出现了高辐射峰。根据物理学原理,如膈穴局部细胞 ATP 分子释放的光子辐射波谱与艾灸红外辐射波相似,两者引发共振。高效艾灸的红外辐射促使 ATP 转化为 ADP,并释放能量。研究表明当单色红光到近红外光($600 \sim 1\,000 \text{ nm}$)辐射细胞时,光辐射可改变线粒体呼吸链氧化还原状态,促进机体的 ATP 能量代谢^[29-31]。

综上所述,本实验结果隔药灸可以改善急性胃黏膜损伤家兔的溃疡指数,胃黏膜 AB/PAS 阳性层厚度,提高 $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性。实验结果提示急性胃黏膜损伤愈合与隔药灸提高膈穴局部组织 $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶活性有关,但其机制还有待于进一步探讨。

参考文献

- [1] 杨华元,肖元春,刘堂义,等. 隔物灸的近红外光谱辐射特性测定[J]. 上海针灸杂志,2003,22(9):16.
- [2] 庞小峰. 生命体吸收的红外光的非热生物效应的研究[J]. 物理,2001,30(9):525-532.
- [3] 丁光宏,姚伟,褚君浩,等. 人体手臂部几个穴位与非穴位区红外辐射光谱特征[J]. 科学通报,2000,45(23):2530-2535.
- [4] 杜燕,易受乡,林亚平,等. 艾灸对急性胃黏膜损伤大鼠热休克蛋白与相关炎症细胞因子的影响[J]. 上海针灸杂志,2010,29(5):269-272.
- [5] 杨舟,张国山,刘密,等. 孤束核、脊髓损毁后艾灸预处理对急性胃黏膜损伤大鼠 PGE2 与 EGF 含量的影响[J]. 世界华人消化杂志,2013,21(16):1511-1515.
- [6] 白宇,原林,黄泳,等. 经络的解剖学发现—筋膜学新理论[J]. 世界科学技术:中药现代化,2010,12(1):20-24.
- [7] 郁洁,易受乡,林亚平,等. 线粒体信号通路 Cyt-c 和 Apaf-1 表达及艾灸足阳明经穴保护胃黏膜损伤机制的研究[J]. 中华中医药学刊,2012,30(11):2409-2012.
- [8] 严洁,常小荣,刘健华,等. 电针足阳明经穴对家兔胃黏膜损伤防御性保护作用的研究[J]. 中国针灸,2001,21(6):350.
- [9] 李忠仁. 实验针灸学[M]. 北京:中国中医药出版社,2007:209-210.
- [10] Guth PH, Daures PH, Paulsen G. Topical aspirin plus HCL gastric lesion in the rat[J]. Gastroenterology,1979,76(1):88-93.
- [11] 刘密,常小荣,严洁,等. 艾灸预处理对大鼠应激性胃黏膜损伤的保护作用[J]. 中华中医药杂志,2012,27(1):58-62.
- [12] 林亚平,封迎帅,史冬梅,等. 艾灸对 Hp 胃炎大鼠胃组织炎性细胞因子表达的影响[J]. 中国免疫学杂志,2013,29(9):900-905.
- [13] 常小荣,彭娜,易受乡,等. 艾灸足三里和梁门穴诱导热休克蛋白 70 抗大鼠胃黏膜氧化损伤作用[J]. 世界华人消化杂志,2006,14(35):3405-3408.
- [14] 易受乡,彭艳,常小荣,等. 艾灸对应激性胃溃疡大鼠胃黏膜细胞增殖和凋亡的影响及其与热休克蛋白表达关系的研究[J]. 针刺研究,2006,31(5):259-263.

(下接第 618 页)

对神经元产生毒性。姜硕等^[9]建立抑郁大鼠模型并用针刺治疗发现,模型大鼠 AST 明显减少,针刺干预后 AST 增多。

3.2 关于指标的选择 生物素标记蛋白芯片技术具有实用性强、快速、准确、高通量、高灵敏度等特点^[10]。弥补了基因组研究不能获得对疾病状态进行了解的缺陷。本课题应用生物素标记蛋白芯片技术,共检测出大鼠 90 个蛋白的表达情况。着重关注了 CNTF R α 和 EGFR 两个指标。CNTF R α 是睫状神经营养因子 (CNTF) 的特异性结合蛋白质。KAHN 等^[11]发现体外培养的 AST 表面均有 CNTF 受体的表达。EGFR 具有络氨酸激酶活性。有研究表明^[8],AST 活化后,EGFR 表达明显上调,而抑制 EGFR 会抑制 AST 的活化。此外,何健等^[12]认为,AST 被激活后,细胞表面的 CNTF R α 、EGFR 超表达,通过改善复杂的内环境,有利于定向诱导神经干细胞向神经元分化。这对进一步探讨抑郁状态下 AST 功能的变化及针刺干预的影响,完善针刺抗抑郁的机制研究有着重要的意义。

通过检索发现,国内研究多重 AST 特异性标记物胶原纤维酸性蛋白 (GFAP) 的表达与 AST 功能的关系,而少有其他相关蛋白的报道。生物素标记蛋白芯片技术为我们提示了 CNTF R α 、EGFR 蛋白差异性变化的趋势,但对于所筛选的蛋白的可靠性和二者的作用及影响机制,还有待实验和临床的进一步验证和完善。

参考文献

[1] Yu S, Holsboer F, Almeida O F. Neuronal actions of glucocorticoids: fo-

cus on depression[J]. J Steroid Biochem mol Biol, 2008, 108(3-5): 300-309.

[2] 段冬梅, 图娅, 陈利平. 电针与百忧解对伴躯体症状抑郁症有效性的评价[J]. 中国针灸, 2008, 28(3): 167-170.

[3] 戴巍, 李卫东, 卢峻, 等. 电针对慢性应激抑郁大鼠海马神经元凋亡及 JNK 信号转导通路的影响[J]. 针刺研究, 2010, 35(5): 330-334.

[4] 张露芬. 实验动物学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 150-156.

[5] 张敬军. 星形胶质细胞的研究[J]. 中国药理学通报, 2006, 22(7): 788-791.

[6] Czeh B, Simon m, Schmelting B, et al. Astroglial plasticity in the hippocampus is affected by chronic psychosocial stress and concomitant fluoxetine treatment[J]. Neuropsychopharmacology, 2006, 31(8): 1616-1626.

[7] Altschuler LL, Abulseoud OA, Foland-Ross L, et al. Amygdala Astrocyte Reduction in Subjects with major Depressive Disorder but Not Bipolar Disorder[J]. Bipolar Disorders, 2010, 12(5): 541-549.

[8] 郭志慧, 武衡. 星形胶质细胞活化与表皮生长因子受体表达的相关性研究[J]. 中风与神经疾病杂志, 2010, 27(8): 683-685.

[9] 姜硕. 电针修复慢性应激致抑郁大鼠海马星形胶质细胞损伤的机制研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2013.

[10] 田浩梅, 易受乡. 抗体蛋白芯片技术应用研究进展[J]. 湖南中医药大学学报, 2009, 29(3): 75-78.

[11] KAHN m A, HUANG C J, CARUSO A. Ciliary neurotrophic factor activates JAK/STAT signal transduction cascade and induces transcriptional expression of glial fibrillary acidic protein in glial cells[J]. J Neurochem, 1997, 68(4): 1413-1423.

[12] 何健, 尹宗生, 高维陆, 等. 大鼠表皮生长因子、睫状神经营养因子真核表达载体的构建及其体外表达的鉴定[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(23): 4284-4289.

(2014-02-12 收稿 责任编辑: 王明)

(上接第 615 页)

[15] 刘密, 常小荣, 严洁, 等. 艾灸对胃黏膜损伤大鼠胃黏膜表皮生长因子、转化生长因子- α 及其受体的影响[J]. 针刺研究, 2011, 36(6): 403-408.

[16] 沈雪勇. 经络腧穴学[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2007: 29.

[17] 沈雪勇. 经络腧穴学[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2007: 59.

[18] 侯丽颖, 季幸妹, 曾常春, 等. 从脾功能不同角度探讨脾虚证线粒体改变意义[J]. 北京中医药大学学报, 2011, 34(2): 92-94.

[19] 穆艳云, 李忠仁, 牛文民, 等. 电针对缺血再灌注脑损伤大鼠海马线粒体 ATP 酶活性的影响[J]. 南京中医药大学学报, 2009, 25(4): 298-270.

[20] 张强, 吴绪平, 王华, 等. 电针邻门穴对缓慢性心律失常大鼠心率及心肌组织 Na⁺/K⁺-ATP 酶活性的影响[J]. 辽宁中医杂志, 2010, 27(9): 1837-1839.

[21] 游世晶, 夏勇, 李艺, 等. 经皮穴位电刺激对大运动量耐力训练大鼠骨骼肌能量代谢的影响[J]. 上海针灸杂志, 2011, 30(3): 192-194.

[22] 沈雪勇, 丁光宏, 邓海平, 等. 冠心病患者内关穴红外辐射光谱病理信息分析[J]. 红外与毫米波学报, 2006, 25(6): 443-446.

[23] 刘汉平, 沈雪勇, 邓海平, 等. 冠心病患者劳宫穴红外辐射光谱研究

[J]. 上海中医药杂志, 2004, 38(4): 52-53.

[24] 周倫, 沈雪勇, 丁光宏, 等. 寸口脉太渊穴红外辐射光谱病理信息探测[J]. 上海针灸杂志, 2006, 25(10): 37-40.

[25] 周倫, 沈雪勇, 丁光宏, 等. 趺阳脉冲阳穴红外辐射光谱病理信息探测[J]. 中国中医药科技, 2006, 13(6): 369-371.

[26] 丁光宏, 沈雪勇, 褚君浩, 等. 中医灸与人体穴位红外辐射光谱特性研究[J]. 中国生物医学工程学报, 2002, 21(4): 356-360.

[27] 洪文学, 蔡建红, 景军, 等. 传统中医艾灸疗法的热辐射光谱特性的研究[J]. 生物医学工程研究, 2003, 22(4): 27-30.

[28] 沈雪勇, 丁光宏, 褚君浩, 等. 人体穴位和艾灸红外辐射光谱与穴位红外传输[J]. 上海中医药大学学报, 2001, 15(4): 33-35.

[29] Yeager RL, Franzosa JA, Millsap DS, et al. Effects of 670-nm photoherapy on development[J]. Photomed Laser Surg, 2005, 23(3): 268-272.

[30] Grossman N, Schneid N, Reuveni H, et al. 780 nm low power diode laser irradiation stimulates proliferation of keratinocyte cultures: involvement of reactive oxygen species[J]. Lasers Surg med, 1998, 22(4): 212-218.

[31] Karu T. Primary and secondary mechanisms of action of visible and near-IR radiation on cells[J]. J Photochem Photobiol B, 1999, 49(1): 1-17.

(2014-03-26 收稿 责任编辑: 王明)