

一种新型动物艾灸装置的艾条燃烧温度-时间曲线研究

周俊梅¹, 韦芳², 刘素君¹, 张必萌¹

1 上海交通大学附属第一人民医院针灸科, 上海 200080, 中国

2 上海交通大学附属第一人民医院中心实验室, 上海 201620, 中国

【摘要】目的: 发明一种实用新型实验动物艾灸装置, 拟利用该装置解决动物艾灸试验中艾条燃烧温度波动较大问题。**方法:** 使用直径 4 mm, 长 120 mm 的无烟艾条, 以 $(47 \pm 1)^\circ\text{C}$ 为目的温度, 分别记录艾条与温度计间距为 2 mm、3 mm、4 mm 时, 未干预各时段的艾条燃烧温度-时间曲线; 测量 0-5 min 内艾条燃烧灰烬的累计长度; 测试干预后艾条燃烧温度-时间曲线。**结果:** 艾条与温度计间距为 2 mm 时, 试验时间内最高温度为 $(47.37 \pm 0.25)^\circ\text{C}$, 间距为 3 mm 时最高温度为 $(42.62 \pm 0.05)^\circ\text{C}$, 间距为 4 mm 时最高温度为 $(35.50 \pm 0.40)^\circ\text{C}$; 艾条点燃后的 0-5 min 内, 艾条燃烧的累计灰烬长度分别为 (5.1 ± 0.08) mm、 (12.17 ± 0.44) mm、 (14.8 ± 0.31) mm、 (17.25 ± 0.17) mm 和 (19.82 ± 0.67) mm; 艾条与受试部位相距 2 mm 时, 每隔 2 min 剪掉 5 mm 的燃烧灰烬, 在 10 min 内的最高温度、最低温度分别为 $(48.37 \pm 0.47)^\circ\text{C}$ 、 $(47.12 \pm 0.25)^\circ\text{C}$, 两者温度差异无统计学意义 ($P=0.12$)。**结论:** 利用该新型实验动物艾灸装置可以在动物艾灸实验时间内保持较恒定的艾条燃烧温度。

【关键词】 灸法; 艾条灸; 动物试验; 器具

艾灸是中医学中重要的治疗方法之, 有研究表明热效应是艾灸发挥治疗作用的重要途径之一^[1-3], 而且很多研究表明高温热疗有可能成为肿瘤治疗的手段之一^[4-6], 其机制可能与温度高于 43°C 可以激活不同瞬时感受器电位(transient receptor potential, TRP) 有关^[7-8]。但是艾条燃烧温度在治疗时间内波动很大, 温热刺激不同, 治疗效果也会受到影响^[9-10]。然而很多动物艾灸实验并未明确控制艾条燃烧温度, 这可能会导致实验的可重复性差, 使人们对艾灸疗效产生争议。所以在治疗过程中维持一个有效治疗温度, 是提高艾灸疗效的手段之一。本课题组成员经过不断实践与改良, 研制出一种实用新型实验动物艾灸装置(申请专利号: 201320719089.8), 从温度控制与动物固定两大方面减少动物艾条灸实验中的误差。本研究设 $(47 \pm 1)^\circ\text{C}$ 为目的温度, 采用直径 4 mm, 长 120 mm 的无烟艾条(南阳汉医艾绒有限责任公司生产)进行艾灸, 并据此试验阐述该装置的使用操作过程。

1 材料和方法

1.1 艾灸装置

该装置主要从温度控制与动物固定两方面入手, 以减少动物艾灸试验中易产生的误差: 艾条燃烧温度的波动及实验动物的挣扎。该装置主要由木质材料以及铁钉搭建制成, 由小木块(1)、

带螺纹空心铁杆(2)、小木框(3)、隔热片(4)和带底座的大架子(5)组成。小木块(1)置于大架子(5)顶层上, 带螺纹空心铁杆(2)通过大架子(5)顶层向下垂直对准隔热片(4)的圆孔并与底座上的钉子对应, 小木框(3)置于大架子(5)底座上(图1)。

使用时, 装置上小木块(1)的数量可随意加减, 去掉一块可使艾条与实验动物间的距离减少 0.5 cm; 带螺纹空心铁杆(2)除可以固定艾条外, 其内在螺纹的螺距为 0.1 cm, 使用时, 每向下旋转一圈可使艾条与实验动物间的距离减少 0.1 cm, 若旋转 180 度则使艾条与实验动物间的距离减少 0.05 cm。实验过程中, 可以剪掉艾条燃烧后的灰烬, 利用装置的粗调与细调较准确地调节艾条与施灸部位的距离。小木框(3)与隔热片(4)用以固定动物, 隔热片中间带圆孔可以通透艾条热量。

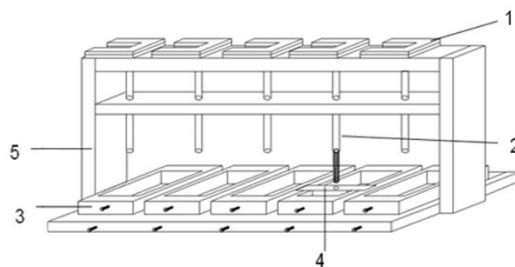


图 1. 动物艾灸装置设计图

1.2 艾条

本研究采用南阳汉医艾绒有限责任公司生产无烟艾条,直径为 4 mm,长度为 120 mm(专利号:20083008127.4)。

1.3 实验方法及观察指标

用中央空调控制实验室温度在 26~28 ℃,相对湿度 25%~28%,室内空气无明显流动。将艾条固定,调整艾条的高度,并将艾条对准隔热片上的圆孔,将温度计置于隔热片圆孔下。

以 (47±1) ℃ 为本次实验的目的温度,根据试验要求记录不同时间点的艾灸温度。实验过程中分别记录艾条与温度计间距为 2 mm、3 mm、4 mm 时,不剪除艾条燃烧后灰烬时的艾条燃烧温度-时间曲线;测量 0-5 min 内艾条燃烧灰烬的累计长度;记录剪除艾条燃烧灰烬后艾条燃烧温度-时间曲线。

1.4 统计学方法

统计分析采用 SPSS 19.0 统计学软件。计量资料以均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,两组间比较确定样本符合正态分布,方差齐,采用独立样本 t 检验,三组或多组间比较采用单因素方差分析,检验水准为 $\alpha = 0.05$ 。

2 实验结果

2.1 未剪除艾条燃烧灰烬时艾条燃烧温度-时间曲线

艾条与受试部位的距离分别为 2 mm、3 mm、4 mm 时,温度计记录的艾条燃烧温度-时间曲线(图 2)。艾条与温度计间距为 2 mm、3 mm、4 mm 时,受试部位温度的最大值分别为 (47.37±0.25) ℃、(42.62±2.05) ℃、(35.50±0.40) ℃。间距为 2 mm 时温度最大值显著大于相距 4 mm 时的温度最大值($P=0.00$),与相距 3 mm 时的温度最大值比较差异无统计学意义($P=0.79$)。提示艾条与受试部位相距 4 mm 时,难以达到试验要求温度。

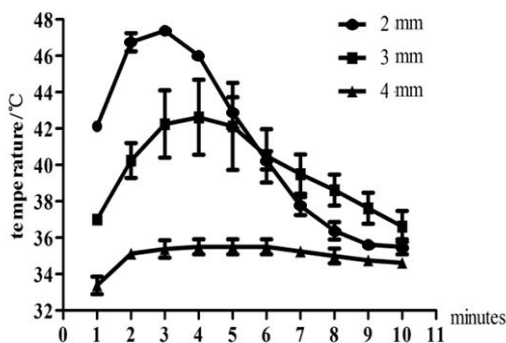


图 2. 未剪除艾条燃烧灰烬时艾条燃烧时间-温度曲线

2.2 艾条点燃 0-5 min 内燃烧灰烬的累计长度

由于艾条燃烧时产生的灰烬会阻挡艾条传热,于是我们测量了艾条燃烧 0-5 min 内艾条燃烧灰烬的计长度(图 3)。艾条燃烧 1 min、2 min、3 min、4 min、5 min 时艾条燃烧灰烬累计长度分别为 (5.10±0.08) mm、(12.17±0.44) mm、(14.80±0.31) mm、(17.25±0.17) mm 和 (19.82±0.67) mm。第 2 min 末至第 5 min,每分钟灰烬增加的长度较为均衡,约 2.5 mm/min。

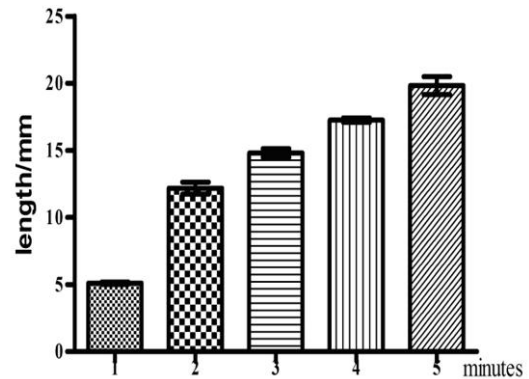


图 3. 艾条点燃 0-5 min 内燃烧灰烬的累计长度

2.3 剪除艾条燃烧灰烬后艾条燃烧时间-温度曲线

艾条与受试部位相距 2 mm,每 2 min 剪掉艾条燃烧灰烬约 5 mm 时的艾条燃烧温度-时间曲线(图 4)。艾条燃烧温度达到 42 ℃约需要 1 min,所以试验时间从艾条点燃 1 min 后开始计时,持续 10 min。每隔 2 min 剪除 5 mm 长的艾条燃烧灰烬,在 10 min 内被灸部位的最高温度为 (48.37±0.47) ℃,最低温度为 (47.12±0.25) ℃,两者差异无统计学意义($P=0.12$)。

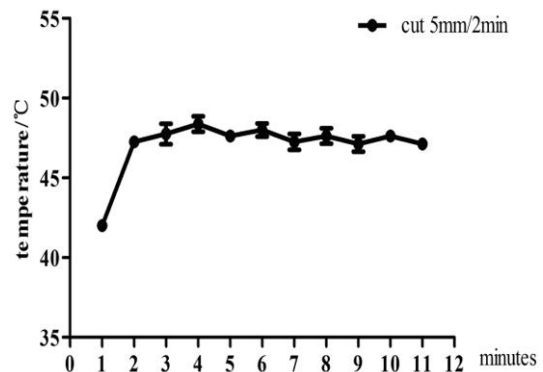


图 4. 剪除艾条燃烧灰烬后艾条燃烧时间-温度曲线

3 讨论

结合三次测试结果,可知利用该艾灸装置可以在试验时间内保持较恒定的艾条燃烧温度,本实验目的温度是 $(47\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 时,令艾条相距受试部位 2 mm,计时开始后,每 2 min 剪除 5 mm 长的灰烬。该装置的特点是设计了粗调与微调,能较快速准确地调节艾条与受试部位的距离,从而保证受试部位的温度恒定。

当今世界,肿瘤成为人类难以攻克的一个难题。越来越多的肿瘤患者因难以忍受放、化疗所产生的毒副作用而寻找一些替代疗法,如高温热疗、小分子靶向治疗、生物制剂、针灸等^[11-14]。现代研究表明艾条发挥治疗作用与温热效应、艾燃烧生成物、光辐射效应、经络等有关^[3, 15-17]。Du GZ 等^[18]研究发现艾炷灸的温度变化曲线均有缓慢上升期、急速上升期、急速下降期和缓慢下降期。Lim J 等^[19]研究表明直接灸或间接灸,其最高温度均显著高于最低温度($P=0.00$)。本实验也发现艾灸过程中艾条燃烧温度波动较大,差异有统计学意义($P=0.00$)。该装置是针对动物肿瘤模型的艾灸治疗,目的是为了能更好地调节试验中艾条燃烧时受试部位的温度以及动物的固定,增加艾灸疗效的可靠性。哺乳动物对温度的感觉靠的是属于 TRP 离子通道家族的传感器,其中瞬时感受器电位香草酸受体 1(transient receptor potential vanilloid 1, TRPV1)是对热灵敏度非常高的电压门控。Wang GY 等^[20]研究发现 46 $^{\circ}\text{C}$ 的艾灸治疗组中胆固醇明显低于对照组(38 $^{\circ}\text{C}$ 艾灸治疗组),这可能与艾灸治疗中 TRPV1 mRNA 表达量显著高于对照组有关($P<0.001$)。但是并不是治疗温度越高其治疗效果越好,研究表明温度超过 44 $^{\circ}\text{C}$ 可以对组织造成损伤,且细胞损伤、蛋白变性随着温度升高而增加^[4, 21]。还有研究表明艾灸温度达到 46~48 $^{\circ}\text{C}$ 时,延髓背侧网状亚核(subnucleus reticularis dorsalis, SRD)神经元的激活反应呈线性增加,低于 42 $^{\circ}\text{C}$ 则对 SRD 神经元无激活作用^[22]。提示温度与艾灸疗效密切相关,艾灸治疗时应仔细操作,严格控制温度。

本次实验以 $(47\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 为目的温度,实验第一步的目的是确定艾条与受试部位的适宜距离。观察了未剪除艾条燃烧灰烬情况下,艾条与受试部位相距不同距离时的热感温度,发现艾条与受试部位相距 4 mm 时,最高温度为 $(35.50\pm 0.40)^{\circ}\text{C}$,远低于 $(47\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 的目的温度,故不

予考虑。实验第二步的目的是观察艾条产生灰烬的速度,以便确定较适当的干预时间。实验发现,第 3 min 末,艾条燃烧灰烬达 (14.80 ± 0.31) mm,热感温度开始下降,第 4 min 末与最高温度差异有统计学意义($P=0.002$),至第 5 min 末,灰烬累计为 (19.82 ± 0.67) mm,已经显著影响热感温度($P=0.00$)。故为了维持较稳定的热感温度,累计灰烬不能超过 (17.25 ± 0.17) mm。从图 3 知第 2-4 min 及第 3-5 min 的各 2 min 内,艾条燃烧灰烬约增加 5 mm。故干预方案确立为每 2 min 剪除 5 mm 灰烬。实验第三步是观察艾条与受试部位相距 2 mm 时,每 2 min 剪除 5 mm 灰烬的艾条燃烧温度曲线。从图 4 可知,每隔 2 min 剪 5 mm 燃烧灰烬的方法,在 10 min 内的最高温度、最低温度分别为 $(48.37\pm 0.47)^{\circ}\text{C}$ 、 $(47.12\pm 0.25)^{\circ}\text{C}$,两者差异无统计学意义($P=0.12$)。以上实验结果说明利用该装置可以达到控制艾灸部位热感温度均恒的目的。

参考文献

- [1] 白耀辉,林文任. 艾灸与温热刺激关系的探讨. 针灸学报, 1991, (4): 10-11.
- [2] Wang YS. Research on warming and promoting effect from moxibustion and correlation of TRPV1. Doctorial thesis of Nanjing University of Chinese Medicine, 2012.
- [3] Wei JZ, Shen XY, Ding GH, Zhao L. Investigation of pathway and mechanism of heat stimulating action of sandwiched moxibustion. Zhongguo Zhenjiu, 2007, 27(5): 391-393.
- [4] van der Zee J, González González D, van Rhooen GC, van Dijk JD, van Putten WL, Hart AA. Comparison of radiotherapy alone with radiotherapy plus hyperthermia in locally advanced pelvic tumours: a prospective, randomised, multicentre trial. Lancet, 2000, 355(9210): 1119-1125.
- [5] Overgaard J, Gonzalez Gonzalez D, Hulshof MC, Arcangeli G, Dahl O, Mella O, Bentzen SM. Hyperthermia as an adjuvant to radiation therapy of recurrent or metastatic malignant melanoma. A multicentre randomized trial by the European Society for Hyperthermic Oncology. Int J Hyperthermia, 2009, 25(5): 323-334.
- [6] Koning GA, Eggermont AM, Lindner LH, ten Hagen TL. Hyperthermia and thermosensitive liposomes for

- improved delivery of chemotherapeutic drugs to solid tumors. *Pharm Res*, 2010, 27(8): 1750-1754.
- [7] Caterina MJ. Impaired nociception and pain sensation in mice lacking the capsaicin receptor. *Science*, 2000, 288(5464): 306-313.
- [8] Venkatachalam K, Montell C. TRP Channels. *Annu Rev Biochem*, 2007, 7: 387-417.
- [9] Hong ZG, Lü F, Wei HS, Yuan YH, Wu HG. Study on moxa sticks burning temperature-time-space curves. *Zhongguo Zhenjiu*, 2012, 32(11): 1024-1028.
- [10] Xu PC, Lee TL, Cui SL. Impacts on the skin temperature by the different distances of moxibustion: discussion on the safe distance of moxibustion. *Zhongguo Zhenjiu*, 2012, 32(7): 611-614.
- [11] Lee MS, Choi TY, Park JE, Lee SS, Ernst E. Moxibustion for cancer care: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cancer*, 2010, 10(1): 130.
- [12] Wust P, Hildebrandt B, Sreenivasa G, Rau B, Gellermann J, Riess H, Felix R, Schlag PM. Hyperthermia in combined treatment of cancer. *Lancet Oncol*, 2002, 3(8): 487-497.
- [13] Paley CA, Johnson MI, Tashani OA, Bagnall AM. Acupuncture for cancer pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev*, 2011.
- [14] Jakobisiak M, Golab J, Lasek W. Interleukin 15 as a promising candidate for tumor immunotherapy. *Cytokine Growth Factor Rev*, 2011, 22(2): 99-108.
- [15] Hong WX, Cai JH, Jing J. A research on heat radiation spectrum characteristics of moxibustion therapy. *J Applied Optics*, 2004, 25(4): 1-3, 44.
- [16] Yang HY, Xiao YC, Liu TY, Gu XJ, Xia JS. Determination of spectrum characteristic of near infrared radiated by indirect moxibustion. *Shanghai Zhenjiu Zazhi*, 2003, 22(9): 15-17.
- [17] Zhang JB, Wang LL, Hu L, Chang XR, Wu HG. Theoretical study on warming and dredging function of moxibustion. *Zhongguo Zhenjiu*, 2011, 31(1): 51-54.
- [18] Du GZ, Bu YQ, Wang SX, Zhang LJ. 单壮艾炷灸的温度时间曲线. *陕西中医*, 2010, 31(5): 619-621.
- [19] Lim J, Lee S, Kim H, Park K. Comparison of temperature time characteristics of two indirect moxibustion products. *JAMS*, 2012, 5(6): 301-304.
- [20] Wang GY, Wang LL, Xu B, Zhang JB, Jiang JF. Effects of moxibustion temperature on blood cholesterol level in a mice model of acute hyperlipidemia: role of TRPV1. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2013, 2013: 1-7.
- [21] Jiang S, Ma N, Li H, Zhang X. Effects of thermal properties and geometrical dimensions on skin burn injuries. *Burns*, 2002, 28(8): 713-717.
- [22] Li L, Yang JS, Rong PJ, Ben H, Gao XY, Zhu B. Effect of moxibustion-like thermal stimulation with different temperature and covering different areas of 'zhongwan' (CV 12) on discharges of neurons in medullary subnucleus reticularis dorsalis of rats. *Zhenci Yanjiu*, 2011, 36(5): 313-320.