

· 针灸推拿 ·

本文引用:彭卓隽,林亚平,谭静,赵欢,陈欲攀,石峻林.艾灸对胃荷瘤大鼠生存状态及骨骼肌代谢的影响[J].湖南中医药大学学报,2019,39(12):1488-1492.

艾灸对胃荷瘤大鼠生存状态及骨骼肌代谢的影响

彭卓隽¹,林亚平^{2*},谭静²,赵欢¹,陈欲攀¹,石峻林¹

(1.湖南中医药大学研究生院,湖南长沙 410208;2.湖南中医药大学针灸推拿学院,湖南长沙 410208)

〔摘要〕目的 通过观察艾灸对荷瘤大鼠生存状态及对骨骼肌代谢的影响,探讨艾灸对荷瘤大鼠胃肿瘤的影响。方法 将40只SD大鼠随机选取其中20只分为正常组、假手术组各10只,其余20只采用Walker-256型瘤组织胃部黏贴制备胃癌模型,将模型制备成功的16只大鼠再随机分为模型组和艾灸组各8只。各组均每日捆绑20 min,艾灸组每日穴位施灸20 min,共干预14 d。每日观察大鼠生存状态,记录生存状态积分和体质量;称取取材前体质量以及腓肠肌质量;使用游标卡尺测量肿瘤的最大径和最小径,电子天平称量肿瘤体质量,计算肿瘤体积抑制率;TUNEL法观察腓肠肌细胞凋亡情况;HE染色后观察腓肠肌细胞并测量横径。结果 与模型组相比:艾灸组生存状态改善,生存症状积分降低($P<0.05$);艾灸8 d后体质量均明显高于模型组体质量($P<0.05$);胃部瘤体质量和瘤体体积均明显减小($P<0.01$);腓肠肌细胞凋亡指数均降低($P<0.05$),腓肠肌质量明显提高($P<0.01$),腓肠肌横径长度增加($P<0.05$)。结论 艾灸能在一定程度上抑制胃癌大鼠肿瘤的生长,改善生存状态,减少骨骼肌细胞过度消耗。

〔关键词〕 胃癌;艾灸;生存状态;腓肠肌质量;骨骼肌代谢;大鼠

〔中图分类号〕R245.81

〔文献标志码〕A

〔文章编号〕doi:10.3969/j.issn.1674-070X.2019.12.015

Effects of Moxibustion on Survival Status and Skeletal Muscle Metabolism in Rats with Gastric Tumor

PENG Zhuojun¹, LIN Yaping^{2*}, TAN Jing², ZHAO Huan¹, CHEN Yupan¹, SHI Junlin¹

(1. Graduate School, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208, China; 2. College of Acupuncture and Massage, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208, China)

〔Abstract〕 Objective By observing the effects of moxibustion on the survival status of tumor-bearing rats and the metabolism of skeletal muscle, and to explore the effects of moxibustion on gastric tumors in tumor-bearing rats. **Methods** A total of 20 rats were randomly selected from 40 SD rats and divided into a normal group and an sham operation group, with 10 rats in each group. The remaining 20 rats were prepared gastric cancer models by Walker-256 tumor tissue gastric sticking. The 16 rats successfully modeling were randomly divided into a model group and a moxibustion group, with 8 rats in each group. Each group was bundled for 20 min every day, and the moxibustion group applied moxibustion for 20 minutes per day for a total of 14 days. The survival status of the rats was observed daily, and the survival status scores and body weights were recorded. The body weight and the weight of the gastrocnemius before taking materials were weighed; The maximum and minimum diameter of the tumor was measured using a vernier caliper. The tumor mass was weighed by electronic balance, and the tumor volume inhibition rate was

〔收稿日期〕2019-09-04

〔基金项目〕国家自然科学基金项目(81574077);湖南省教育厅优秀青年项目(18B257)。

〔作者简介〕彭卓隽,男,在读硕士研究生,研究方向:刺灸法与经穴特异性的研究。

〔通讯作者〕*林亚平,女,教授,博士研究生导师,E-mail:421192639@qq.com。

calculated; The apoptosis of myocytes was observed by TUNEL method; The gastrocnemius muscle cells were observed after HE staining and Horizontal diameter was measured. **Results** Compared with the model group, the survival status of the moxibustion group improved and the score decreased ($P<0.05$). The body mass after 8 days of moxibustion was significantly higher than that of the model group ($P<0.05$); tumor weight and tumor volume were significantly decreased ($P<0.01$); gastrocnemius muscle fiber apoptosis index decreased ($P<0.05$), gastrocnemius weight increased significantly ($P<0.01$), gastrocnemius transverse diameter length increased ($P<0.05$). **Conclusion** Moxibustion can inhibit the growth of tumor in gastric cancer rats to a certain extent, improve the living condition and reduce the excessive consumption of skeletal muscle cells.

[**Keywords**] gastric-bearing tumor rats; moxibustion; survival state; gastrocnemius muscle mass; skeletal muscle metabolism; rats

癌症是威胁人类健康的重要疾病,在我国,受环境和不良饮食习惯的影响,胃癌的发病率、死亡率远高于全球平均水平^[1]。作为中医学的重要组成部分之一,艾灸具有温经、通络、散寒、固本回阳、行气活血、防病保健等作用^[2]。癌细胞有不耐高温的特点,利用艾火的温热作用,促使瘤体内温度增加,可一定程度抑制癌细胞的生长。国内外临床及实验研究均证实艾灸对肿瘤患者及荷瘤大鼠具有各方面的良性调节作用^[3-5],但目前缺乏艾灸对胃荷瘤大鼠骨骼肌组织作用的研究,本实验期望从此展开研究,以提供艾灸治疗胃癌的实验依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

1.1.1 实验动物及分组 模型制备前期选取 3 只体质量 70~100 g 的 SD 幼鼠,其中 1 只用来造腹水,2 只用来制备皮下肿瘤。正式实验选取 40 只体质量 180~200 g SD 大鼠,用随机表法将其中 20 只动物分为空白组、假手术组,每组各 10 只,另外 20 只先进行造模。动物由湖南斯莱克景达实验动物有限公司提供并饲养于其动物实验中心[许可证号:SYXK(湘)2013-0005]。实验室空气湿度:50%~70%,温度:20~25 ℃。实验全程遵照国家科委颁布的《实验动物管理条例》。

1.1.2 瘤株 由中国医学科学院肿瘤医院供应的 Walker-256 型癌细胞(20180601)。

1.1.3 主要试剂与仪器 医用人 体组织粘合剂(北京康派特,中国);LD5-10B 型低速离心机(北京京立,中国);凋亡检测试剂盒(瑞士罗氏生物科技公司);7 mm×120 mm 艾条(长沙艾医生物科技);PT300 大鼠实验温度计(上海吉煜实业有限公司)等。

1.2 方 法

1.2.1 模型制备 采用直接注射法制备模型^[6],将 Walker-256 癌细胞生理盐水稀释,以 1 000 r/min 的速度离心 3~5 min,然后调整 Walker-256 细胞悬液

浓度至 2×10^7 个/mL,用注射器将悬液注入于 1 只体质量 70~100 g SD 幼鼠的腹腔,约 7 d 后腹部膨隆并形成有癌细胞的红色腹水。腹水形成后,注射器抽取腹水于另 2 只 70~100 g 幼鼠双侧前、后肢皮下分别注射 0.2 mL 癌性腹水。约 7 d 后可见大鼠皮下形成直径约 5 mm 的球状皮下实体瘤^[7]。麻醉处死实体瘤大鼠,取瘤外围位置鱼肉样胃肿瘤组织,组织剪剪取芝麻粒大小胃肿瘤组织,用少量人体组织粘合剂将瘤组织移植于 20 只造模大鼠胃窦部,用缝合线缝合腹腔,最后 0.5 mL 青霉素皮下注射。空白组不做任何处理,假手术组模拟开腹、胃壁刺激、缝合并皮下注射青霉素。

造模后第 6 天将 20 只造模大鼠进行麻醉剖腹探查,在与胃大弯垂直体表用手术刀纵向切开约 1 cm,可见胃大弯部附着一半径约 0.3 cm 的米白色鱼肉样球状肿瘤,表面光滑,边界清晰,无粘连及脏器侵犯,即定义为造模成功^[8]。随后缝合关腹,消毒。造模成功率为 80%,剔除失败样本,用随机表法将 16 只造模成功大鼠随机分为艾灸组和模型组,每组 8 只。

1.2.2 穴位定位 穴位定位参照《实验针灸学》^[9]。

1.2.3 干预方法 模后第 8 天开始干预,艾灸组每日艾灸 1 次,每次 20 min,中脘、关元和足三里(双)分为一组;双侧脾俞和胃俞分为另一组,两组穴位交替进行施灸,共灸 14 d。艾灸时,将大鼠用绳子捆绑四肢固定于鼠板上,点燃艾条并将其固定于灸架上,使艾条与大鼠体表垂直且保持在穴位上方 3~4 cm,使用大鼠实验温度计测定表皮温度,根据温度值调整施灸高度,适时去除艾灰,确保表皮温度持续在 41~43 ℃之间,其他组每日仅用绳子捆绑 20 min,不做其他处理。

1.3 检测指标及方法

1.3.1 大鼠生存状态评估 生存状态:每周观察大鼠精神状态、行为活动、饮食情况、毛皮色泽、大便性状、体质量及腹部皮下结节生长情况等。根据上述情况给每组大鼠分别评分,0 分:精神状态佳,目光有

神,活动正常,反应灵活,毛色乳白有光泽,大便正常;1分:精神状态良好,目光乏神,活动正常,反应迟缓,毛色乳白,光泽欠佳,大便质软;2分:精神不振,目光无神,活动减少,反应迟钝,毛色淡黄无光泽,大便质稀、次数增多;3分:精神萎靡,倦怠嗜睡,反应迟钝,群体扎堆,毛色枯黄无光泽,有感染灶,大便稀溏、干稀不定。4个方面总积分为最终得分,最高12分^[10]。

1.3.2 各组大鼠体质量 每日记录1次每只大鼠的体质量。

1.3.3 瘤体质量及肿瘤体积生长抑制率 实验结束,大鼠禁食不禁水24h,眼球采血处死,无菌环境剖开腹腔取全胃,用生理盐水轻柔充洗,用无菌纱布吸干多余水分,将全胃置于定型滤纸上,完全肿瘤暴露,剥离胃壁肿瘤,使用游标卡尺测量肿瘤的最大径(a)和最小径(b),计算肿瘤体积以及肿瘤体积抑制率,电子天平称量瘤质量。

$$\text{肿瘤体积}(V)=(\pi/6)\times[(a+b)/2]^2$$

$$\text{肿瘤体积抑制率}=\left(1-\frac{\text{艾灸组瘤体质量均值}}{\text{模型组瘤体质量均值}}\right)\times 100\%^{[11]}$$

1.3.4 腓肠肌组织形态结构及质量 取材时用组织剪迅速剪取两侧完整腓肠肌并称质量,PBS冲洗后将每侧腓肠肌平均剪为两部分,一部分存放于液氮罐,一部分用4%多聚甲醛固定48h后石蜡包埋组织块。石蜡5 μm 切片,脱蜡、脱水、HE染色,脱水后封片,光学显微镜下调整好视野,观察腓肠肌组织。

1.3.5 腓肠肌细胞凋亡指数 取4%多聚甲醛固定完成的腓肠肌块,用梯度乙醇脱水,石蜡包埋后切片、贴片、脱蜡加染色。400倍光镜下观察染色后的肌细胞,每张切片随机取5个视野,计数总细胞及凋亡细胞。

$$\text{细胞凋亡指数}=\frac{\text{凋亡细胞核数量}}{\text{总细胞核数量}}\times 100\%^{[12]}$$

1.4 统计学分析

所有数据使用SPSS 23.0软件进行分析处理,计量资料以“ $\bar{x}\pm s$ ”表示。所有数据资料进行正态性和方差齐性检验,符合正态分布者,采用多组计量资料比较,组间比较采用单因素方差分析(One way ANOVA);方差齐用LSD法,不齐用Games-Howell法检验,组内比较使用重复测量方差分析,以 $P<0.05$ 定义为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 大鼠生存症状评分

各组大鼠造模前行为正常,组间差异无统计学

意义(均 $P>0.05$)。造模后,与空白组相比,假手术组、模型组和艾灸组大鼠的生存状态积分均较高($P<0.05$)。造模后,与假手术组相比,模型组与艾灸组生存状态积分均较高($P<0.05$)。干预后,与模型组相比,艾灸组生存状态积分较低($P<0.05$)。见表1。

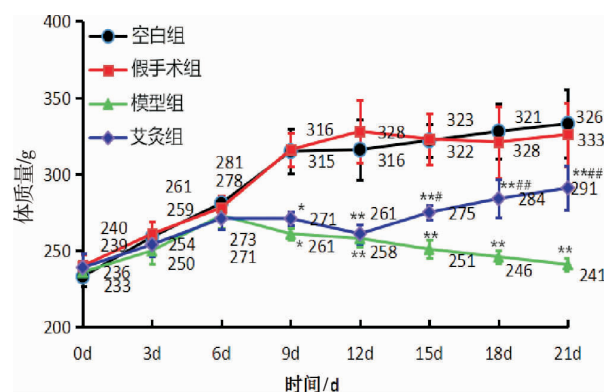
表1 各组大鼠生存症状积分比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	n	造模前	造模1周后	治疗2周后
空白组	10	0	0	0
假手术组	10	0	2.0 \pm 0.76 ^{##} Δ	2.75 \pm 0.71 ^{**} Δ
模型组	8	0	6.88 \pm 0.84 ^{##} Δ \circ	10.50 \pm 0.93 ^{**} Δ \circ
艾灸组	8	0	6.25 \pm 1.04 ^{##} Δ \blacktriangle	8.13 \pm 0.99 ^{**} Δ \blacktriangle

注:与本组造模前比较,## $P<0.01$;与本组造模1周后比较,** $P<0.01$;与空白组比较, $\Delta P<0.05$;与假手术组比较, $\circ P<0.05$;与模型组比较, $\blacktriangle P<0.05$

2.2 大鼠各时间段体质量变化情况

造模前各组大鼠体质量差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。造模后,与空白组相比,艾灸组与模型组大鼠体质量均较低,差异有统计学意义($P<0.05$)。艾灸组自干预后第5天,体质量开始回升,至干预后第8天时,艾灸组大鼠的体质量高于模型组,差异有统计学意义($P<0.05$),直至艾灸结束期间,艾灸组大鼠体质量较模型组高,差异有统计学意义($P<0.05$)。如图1所示。



注:与空白组比较,* $P<0.05$,** $P<0.01$;与模型组比较,## $P<0.05$,### $P<0.01$

图1 各组大鼠体质量变化折线图

2.3 瘤体质量及肿瘤体积生长抑制率

与模型组比较,艾灸组瘤体质量和瘤体体积均明显减少,差异有统计学意义($P<0.01$);艾灸组的肿瘤生长抑制率计算为54.78%,说明艾灸组可以抑制肿瘤生长。见表2。

2.4 腓肠肌质量、肌纤维横径及肌细胞凋亡指数

2.4.1 腓肠肌质量 与空白组相比,造模后模型组、艾灸组腓肠肌重量明显降低($P<0.05$ 或 $P<0.01$);与

表 2 造模各组瘤体质量、瘤体体积比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	瘤体质量/mg	瘤体体积/mm ³
模型组	8	916.3±583.4	622.77±286.91
艾灸组	8	239.7±128.1 ^{◆◆}	281.63±99.99 ^{◆◆}

注:与模型组比较,◆◆ $P<0.01$

模型组相比,艾灸组大鼠治疗后腓肠肌质量明显提高($P<0.01$)。见表 3。

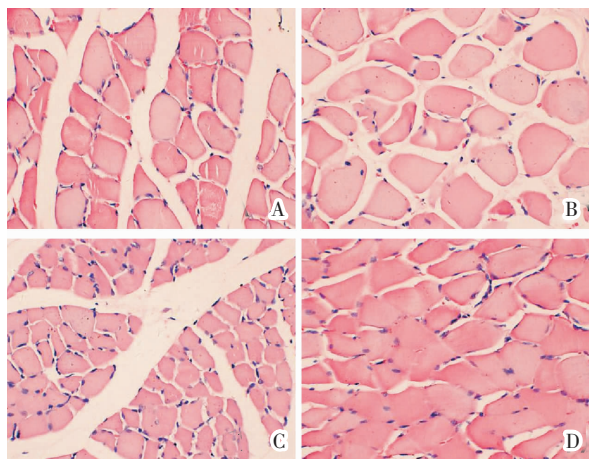
表 3 各组大鼠腓肠肌质量、横径及肌细胞凋亡指数($\bar{x}\pm s$)

组别	n	腓肠肌质量/g	腓肠肌横径/ μm	肌细胞凋亡指数/%
空白组	10	1.77±0.13	114.30±13.86	11.61±5.56
假手术组	10	1.66±0.19	112.50±12.35	14.47±2.87
模型组	8	1.12±0.20 ^{△△}	93.23±20.09 ^{△△}	20.34±7.72 ^{△△}
艾灸组	8	1.48±0.16 ^{△△△}	105.72±17.39 [▲]	14.92±4.23 [▲]

注:与空白组比较,△ $P<0.05$,△△ $P<0.01$;与模型组比较,▲ $P<0.05$,▲▲ $P<0.01$

2.4.2 腓肠肌形态学观察 如图 2 所示,腓肠肌肌纤维切片经染色后可见:空白组大鼠腓肠肌束排列紧密有序,肌细胞致密,可清楚观察到肌横纹,肌纤维细胞呈棱形或多边形,细胞核染色,紧靠肌膜处显蓝紫色。模型组大鼠腓肠肌细胞排列疏松而分散,形状不规则,边缘变钝,各肌束间疏松,细胞间隙变宽。艾灸组小鼠肌束排列紧密,形态饱满,肌细胞排列比较紧密。

与空白组相比,模型组造模后腓肠肌肌细胞横径下降($P<0.05$);艾灸干预后,艾灸组腓肠肌横径明显长于模型组($P<0.05$)。见表 3。



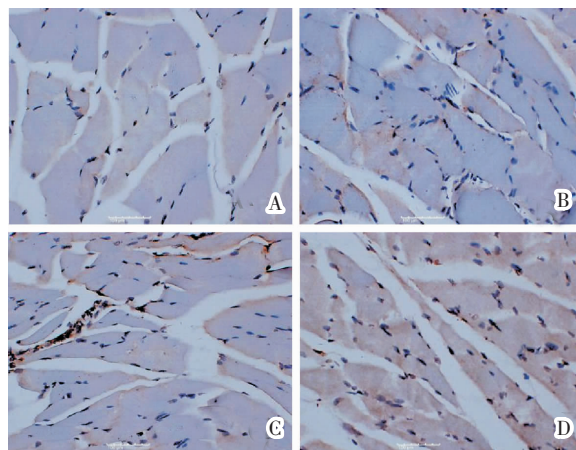
注:A.空白组;B.假手术组;C.模型组;D.艾灸组

图 2 各组大鼠腓肠肌形态学观察(HE,×400)

2.4.3 腓肠肌肌细胞凋亡情况 如图 3 所示,TUNEL 染色中凋亡细胞核为棕黄色,模型组大鼠腓肠组织内呈强阳性表达,艾灸组内呈弱阳性表达。空白组

与假手术组细胞凋亡数量及比例较少,艾灸干预后大鼠骨骼肌细胞呈棕黄色的凋亡细胞明显降低,模型组比例较高。

与空白组比较,模型组肌细胞凋亡比率升高,差异具有统计意义($P<0.05$),与模型组比较,艾灸组凋亡比率降低($P<0.05$)。见表 3。



注:A.空白组;B.假手术组;C.模型组;D.艾灸组

图 3 各组大鼠腓肠肌细胞凋亡情况观察(Tunel,×400)

3 讨论

中医学中,肿瘤的主要病机是正虚邪实,有形之邪导致机体气血衰弱,脉道不畅,从而形成癌症。艾灸可以改善肿瘤患者多种临床症状、提高免疫力。艾灸可以上调肿瘤小鼠 T 淋巴细胞增殖活性及平衡 Th1/Th2^[13],控制 Lewis 肺癌小鼠皮下肿瘤生长,并延长生存时间^[14]。临床研究表明,麦粒灸非小细胞肺癌患者双侧足三里穴、双侧肺俞穴,能使其中性粒-淋巴细胞比率明显降低,血小板数量明显升高^[15]。隔姜灸胃癌患者双侧足三里,能使外周白血细胞计数、CD3⁺、CD4⁺、CD8⁺比值升高^[16]。艾灸可以加强机体的抗肿瘤免疫功能,通过艾火的温热刺激与经络腧穴循经传导相互激发,改善循环,增强代谢,同时调整机体内环境,以达最佳治疗效果。

脾为气血生化之源,脾胃运化失常,导致气血运行不足以支撑肌肉组织机能活动,则骨骼肌组织易产生萎缩。足三里为足阳明胃经五输穴中合穴,五行属土,根据“合治内府”理论,足三里可直接调理脾胃、补中益气;关元有培元固本、补益精血、调理冲任之功效,为古今强壮保健之要穴。《针灸甲乙经》指出:“胃胀者,中脘主之。”中脘主消化系统病症,具有和胃健脾之功用。脾俞、胃俞分别为足太阳膀胱经上脾、胃之背俞穴,主治脾胃肠腑病症,是脾胃之气输

注于背腰部的腧穴。电针能够改善骨骼肌萎缩后产生的各种症状,包括能够增加损伤的肌肉湿重,肌纤维直径和横截面积^[17]、促进坐骨神经损伤后神经组织形态及失神经支配腓肠肌功能的恢复^[18]、促进肌卫星细胞增殖^[19]等几个方面。艾灸足三里预处理可减轻大鼠一次性离心运动后骨骼肌结构的损伤程度,减轻运动时应激反应和自由基的产生,缩短骨骼肌损伤的修复时程^[20]。

胃癌患者体质量下降主要与骨骼肌消耗密切相关。骨骼肌是机体蛋白重要的储存场所,骨骼肌消耗增加不仅降低了患者对化疗和放疗的承受能力及治疗效应,也直接影响患者生存质量和预后。研究显示肿瘤患者体质量下降30%,肌肉蛋白贮备将下降75%,是预示生存率降低的独立危险因素。与饥饿、禁食引起的体质量下降不同,肿瘤患者的骨骼肌消耗不能通过补充营养物质改善与逆转。本研究中,模型组腓肠肌质量、肌纤维横径较空白组明显减少(均 $P<0.01$),肌细胞凋亡增加($P<0.01$),说明胃癌大鼠骨骼肌消耗增加。艾灸14 d后,与模型组比较,艾灸组大鼠腓肠肌质量明显增加,肌细胞凋亡减少、肌纤维横径增大($P<0.05$, $P<0.01$),说明艾灸能一定程度减少胃癌大鼠的骨骼肌消耗。

艾灸能在一定程度上提高胃癌大鼠的体质量,改善生存质量,减小瘤体质量和体积,减少骨骼肌细胞过度消耗,对胃癌大鼠的肿瘤生长有一定的抑制作用。但艾灸对胃荷瘤大鼠骨骼肌质量和功能产生效应的相关研究尚显不足,本研究发现可能跟艾灸双向调理机体脾胃功能,增进大鼠食欲,以及艾灸的活血化瘀作用利于骨骼肌萎缩恢复有关。

参考文献

[1] 左婷婷,郑荣寿,曾红梅,等.中国胃癌流行病学现状[J].中国肿瘤临床,2017,44(1):52-58.
[2] 黄逸珠,肖明明,赵彩娇.艾灸灸量影响因素临床研究进展[J].亚太传统医药,2019,15(2):210-212.

[3] 严越台,沈丹,阮婴丹,等.艾灸关元、气海穴对晚期肝癌患者生存质量影响的临床观察[J].中华全科医学,2017,15(7):1227-1229.
[4] 高西绪,孙永宁,闫春妮.艾灸关元、气海穴对恶性肿瘤晚期患者生存质量及T淋巴细胞亚群的影响[J].中国中医急症,2017,26(3):542-544.
[5] 张梅,刘珍珍,杨佳敏,等.艾灸的研究进展[J].中医药学报,2015,43(1):73-77.
[6] 隋英忠,夏玉军,王晓静,等.构建SD大鼠移植性胃癌模型及不同方法诱癌率的比较[J].中国临床研究,2014,27(2):135-137.
[7] YAN LIBO, LI YU, ZHANG CHUNPING, et al. Serial observations on an orthotopic gastric cancer model constructed using improved implantation technique[J]. World Journal of Gastroenterology, 2011, 17(11): 1442-1447.
[8] 孔凡镇,李京敏,冯国营,等.SD大鼠两种移植性胃癌模型的诱癌成功率比较[J].滨州医学院学报,2013,36(6):405-408.
[9] 李忠仁.实验针灸学[M].北京:中国中医药出版社,2007:1
[10] 万全荃,贺凤娥,林亚平.糖尿病胃轻瘫大鼠模型衍变过程相关指标的观察[J].湖南中医药大学学报,2017,37(10):6-10.
[11] 张勇.甲磺酸阿帕替尼治疗恶性黑色素瘤的实验研究及临床观察[D].郑州:郑州大学,2018:1-108.
[12] 陈玄,叶笑然,黄晓卿.电针对大鼠失神经支配骨骼肌萎缩及IGF-1/PI3K/AKT表达的影响[J].中国针灸,2018,38(12):1311-1317.
[13] 闫亚南,王宁,王卓昱,等.直接灸“肝俞”对原发性肝癌癌前病变大鼠T淋巴细胞亚群的影响[J].针刺研究,2016,41(4):321-326.
[14] 梁晓华,高广辉,周鑫莉,等.消癌平注射液抗C57小鼠Lewis肺癌肿瘤血管生成的研究[J].临床肿瘤学杂志,2010,15(8):689-692.
[15] 张梦雪,关玲.麦粒灸足三里、肺俞穴对化疗后非小细胞肺癌患者的中性粒-淋巴细胞比率及血小板数量的影响:随机对照研究[J].中国临床医生杂志,2016,44(1):42-45.
[16] 杨学红,刘叶荣,何清,等.艾灸对胃癌患者化疗后免疫功能及临床症状的影响[J].西部中医药,2017,30(7):111-113.
[17] 范蕊,吴宗辉,陈晓琳,等.电针对创伤性脊髓损伤大鼠下肢骨骼肌萎缩相关蛋白表达的影响[J].中国康复理论与实践,2019,25(10):1133-1139.
[18] 李庆雯,石田寅夫,郭义,等.不同频率电针对大鼠坐骨神经损伤后神经组织形态学与骨骼肌肌电图的影响[J].中国针灸,2005,25(3):73-76.
[19] 朱正威,唐成林,李小宏,等.电针通过调控微小RNA对失神经肌萎缩大鼠肌卫星细胞增殖的影响[J].针刺研究,2019,44(9):643-648.
[20] 熊静宇,肖国强,卢艳梅.艾灸预处理对大鼠离心运动后骨骼肌组织保护作用的研究[J].山东体育学院学报,2010,26(10):56-61.

(本文编辑 匡静之)