

• 论 著 •

富氢盐水对高压电烧伤大鼠肠系膜微血管白细胞流变行为的影响*

魏 伟,邵洪波,张晓成,邢 亮,杨 蒙[△],冯建科,张庆富

(河北医科大学第一医院烧伤整形科,石家庄 050030)

摘 要:目的 探讨富氢盐水对高压电烧伤大鼠肠系膜微血管白细胞流变行为的影响。方法 将 180 只 SD 大鼠随机分为高压电烧伤实验组、高压电烧伤富氢盐水治疗组、假高压电烧伤组、高压电烧伤罂粟碱治疗组。在伤后不同时间点,各组大鼠腹腔分别注射 0.9%氯化钠注射液、富氢盐水、0.9%氯化钠注射液、罂粟碱。比较伤前及伤后各时相大鼠肠系膜微血管白细胞流变行为变化情况。结果 假高压电烧伤组于观察的各个时相的肠系膜微血管白细胞流变行为均无明显变化,比较差异无统计学意义($P>0.05$)。高压电烧伤实验组大鼠伤后各时相滚动白细胞数、白细胞黏附数、白细胞-内皮细胞接触时长均高于伤前 15 min,比较差异有统计学意义($P<0.05$);白细胞滚动速度则低于伤前,比较差异有统计学意义($P<0.05$)。高压电烧伤富氢盐水治疗组与高压电烧伤罂粟碱治疗组伤后各时相滚动白细胞数、白细胞黏附数、白细胞-内皮细胞接触时长均高于伤前 15 min,比较差异有统计学意义($P<0.05$),但与高压电烧伤实验组相比,增长幅度较低;白细胞滚动速度则低于伤前,比较差异有统计学意义($P<0.05$),与高压电烧伤实验组相比,降低幅度较低。结论 富氢盐水可有效减轻由于高压电烧伤造成的大鼠肠系膜微血管白细胞流变行为的改变,对大鼠肠系膜具有一定保护作用。

关键词: 高压电烧伤; 富氢盐水; 微血管白细胞; 流变行为

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2017.23.006

文献标识码:A

文章编号:1673-4130(2017)23-3231-04

The therapeutic effect of hydrogen-rich saline on the rheological behavior of leukocytes in mesentery capillary of rats with high-voltage electrical burn*

WEI Wei, SHAO Hongbo, ZHANG Xiaocheng, XING Liang, YANG Meng[△], FENG Jianke, ZHANG Qingfu

(Burn and Plastic Surgery Department, The First Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei 050030, China)

Abstract: **Objective** To investigate the therapeutic effect of hydrogen-rich saline on the rheological behavior of leukocytes in mesentery capillary of rats with high-voltage electrical burn. **Methods** 180 rats were randomly divided into four groups: burn injury plus normal saline group, burn injury plus hydrogen-rich saline group, sham plus normal saline group, and burn injury plus papaverine group. The rats were received saline, hydrogen-rich saline, saline, papaverine at different time points after scald respectively. The changes of rheological behavior of leukocytes in mesentery capillary of rats before and after the injury were investigated. **Results** The rheological behavior of leukocytes in mesentery capillary of the control group were observed no significant change ($P>0.05$). In experimental group the rolling white blood cell count, the number of leukocyte adhesion, the length of contact of leukocyte-endothelial cell at each phase after injury were higher than those at 15 min before injury ($P<0.05$); leukocyte rolling speed after injury is lower than that before injury ($P<0.05$). In treatment group and positive control group, the rolling white blood cell count, the number of leukocyte adhesion, the length of contact of leukocyte-endothelial cell at each phase after injury were higher than those at 15 min before injury ($P<0.05$), but compared with the experimental group, the increase range was lower ($P<0.05$), leukocyte rolling speed after injury is lower than that before injury ($P<0.05$), and compared with the experimental group, the reduction was lower ($P<0.05$). **Conclusion** The hydrogen-rich brine can effectively reduce the changes of rheological behavior of leukocytes in mesentery capillary of rats caused by high-voltage electrical burn, and have a protective effect on rat mesenteric.

Key words: high-voltage electrical burn; hydrogen-rich saline; leukocytes in mesentery capillary; rheological behavior

高压电烧伤是由于电流直接经过身体,电能转变为热能,直接导致机体组织因热烧伤,尤其当电压较高时(大于 1 000 V)甚至会导致皮肤碳化。该损伤是一种较为常见的烧伤,据统计,该类烧伤病死率高达 3.75%~58.8%,是成人及儿童致残致死的重要原因^[1]。目前多数研究表明^[2],高压电烧伤会对机体的抗凝系统、凝血系统及纤维蛋白溶解系统造成某些功能性障碍,若伤后未进行及时治疗,会导致机体出现弥散性血管内凝血,严重时会导致患者死亡^[3]。在微循环发生障碍的过程中,白细胞流变行为的改变起到关键的作用。白细胞流变行为的改变不仅与多种炎症反应有关,同时也会造成组织缺氧缺

血,导致组织细胞损伤^[4]。因此,为全面了解富氢盐水对高压电烧伤大鼠的治疗效果,本研究通过测定不同组别高压电烧伤前后 SD 大鼠的肠系膜微血管白细胞流变行为,探讨富氢盐水对高压电烧伤大鼠肠系膜微血管白细胞流变行为的影响。

1 材料与方法

1.1 材料来源 (1)实验动物:健康成年雄性 SD 大鼠(河北医科大学动物实验中心提供,合格证编号 805927)180 只,体质量为(250±30)g。(2)主要仪器与试剂:布氏显微镜(美国 BRADFORD 研究所生产,型号为 BVPM-15);恒温恒湿微循环灌流系统(美国 GEO 公司,型号 1000SP);微循环图像分析

* 基金项目:河北省 2015 年度医学科学研究重点课题计划(20150197)。

作者简介:魏伟,男,主治医师,主要从事高压电烧伤微循环方向研究。 [△] 通信作者, E-mail: wewdoctor@sina.cn。

系统(成都仪器厂,型号 C2008);实验室变压器(武汉得福电器公司,型号 YDJ-10KVA);实验室调压器(武汉得福电器公司,型号 TC-30-20KVA);富氢盐水由第二军医大学协助制备;盐酸罂粟碱注射液(东北制药集团沈阳第一制药有限公司,批号为 H201006)。

1.2 方法 将 180 只 SD 大鼠随机分为高压电烧伤实验组(腹腔注射生理盐水)、高压电烧伤富氢盐水治疗组(腹腔注射富氢盐水)、假高压电烧伤组(单纯腹腔注射生理盐水,不通电)、高压电烧伤罂粟碱治疗组(腹腔注射罂粟碱溶液),每组大鼠 45 只。所有大鼠均在湿度为 50%,温度为 23 ℃,12 h 明暗交替的环境中饲养。实验前一晚禁食 12 h,但不禁水。实验当天 4 组大鼠均按剂量为 40 mg/kg 腹腔注射 1%戊巴比妥钠溶液,待大鼠麻醉后将其仰卧固定在操作台上。高压电烧伤实验组、高压电烧伤富氢盐水治疗组及高压电烧伤罂粟碱治疗组大鼠采用颅高压电烧伤法^[5]对大鼠进行电烧伤处理。其中以大鼠头部为电流入口,后肢体为电流出口,施加的电击输出压力为 2 kV,电流强度为(1.80±0.14) A,通电时长为 3 s。假高压电烧伤组除电路中不通电流外,其余处理与以上三组一致。高压电烧伤实验组与假高压电烧伤组大鼠经电流损伤后 6、18、30、42 h 均腹腔注射 2 mL 生理盐水;高压电烧伤富氢盐水治疗组大鼠于电流损伤 6、18、30、42 h 后腹腔注射富氢盐水,剂量为 5 mL/kg;高压电烧伤罂粟碱治疗组大鼠于电流损伤 6、18、30、42 h 后腹腔注射罂粟碱,剂量为 30 mg/kg。实验中未出现大鼠因电击过度或血容量过低死亡现象。

1.3 观测指标 经过对肠系膜微循环观察窗内的毛细血管、微动脉及微静脉白细胞流变特征总的观察后,选取长为 100 μm,无分支且直径范围为 25~40 μm 的微静脉分析下列指标^[6],分析时间点分别为致伤前 15 min,致伤后 5 min、1 h、2 h、4 h 及 8 h。采用布氏显微镜及微循环图像分析系统观测肠系膜微血管白细胞流变行为,指标包括:(1)滚动白细胞数:1 min 内微血管内通过的白细胞数目;(2)白细胞滚动速度:白细

胞通过 100 μm 微血管所需的时间,以 s 为单位;(3)白细胞黏附数:白细胞于 1 min 内黏附于微血管壁,且不再滚动的数目;(4)白细胞-内皮细胞接触时间:滚动白细胞-内皮细胞接触时间与黏附白细胞-内皮细胞接触时间的总和。

1.4 统计学处理 采用 SPSS19.0 软件包进行统计学分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 *F* 检验进行比较。*P*<0.05 时,认为差异具有统计学意义。

2 结 果

2.1 各组大鼠微静脉内滚动白细胞数比较 假高压电烧伤组于观察的各个时相的滚动白细胞数变化差异无统计学意义(*P*>0.05)。高压电烧伤实验组大鼠伤后各时相滚动白细胞数均高于伤前 15 min,差异具有统计学意义(*P*<0.05)。高压电烧伤富氢盐水治疗组伤后各时相滚动白细胞数均高于伤前 15 min,差异具有统计学意义(*P*<0.05),但与高压电烧伤实验组相比,增长幅度较低,且伤后各时相滚动白细胞数均低于高压电烧伤实验组对应时相的滚动白细胞数,差异具有统计学意义(*P*<0.05)。高压电烧伤罂粟碱治疗组伤后各时相滚动白细胞数均高于伤前 15 min,差异具有统计学意义(*P*<0.05),但与高压电烧伤实验组相比,增长幅度较低,且伤后各时相滚动白细胞数均低于高压电烧伤实验组对应时相的滚动白细胞数,差异具有统计学意义(*P*<0.05)。具体结果见表 1。

2.2 各组大鼠微静脉内白细胞滚动速度比较 假高压电烧伤组于观察的各个时相的白细胞滚动速度差异无统计学意义(*P*>0.05)。高压电烧伤实验组大鼠伤后各时相白细胞滚动速度均低于伤前 15 min,差异具有统计学意义(*P*<0.05)。高压电烧伤富氢盐水治疗组与高压电烧伤罂粟碱治疗组伤后各时相白细胞滚动速度均低于伤前 15 min,差异具有统计学意义(*P*<0.05),但与高压电烧伤实验组相比,降低幅度较低,且伤后各时相白细胞滚动速度均高于高压电烧伤实验组对应时相的白细胞滚动速度,差异具有统计学意义(*P*<0.05)。具体结果见表 2。

表 1 各组大鼠微静脉内滚动白细胞数比较($\bar{x} \pm s$,个/min)

组别	<i>n</i>	伤前 15 min	伤后 15 min	伤后 1 h	伤后 2 h	伤后 4 h	伤后 8 h
高压电烧伤实验组	45	1.2±0.7	51.3±2.9*#	34.1±3.7*#	40.8±2.7*#	53.7±2.7*#	56.2±2.9*#
假高压电烧伤组	45	1.3±0.6	1.0±0.9	1.1±0.6	1.2±0.8	1.3±0.6	1.3±0.8
高压电烧伤富氢盐水治疗组	45	1.1±0.8	23.6±2.1*##	10.8±0.9*##	20.9±1.8*##	24.3±1.7*##	25.4±2.1*##
高压电烧伤罂粟碱治疗组	45	1.2±0.5	26.0±1.8*##	9.7±1.4*##	23.4±1.6*##	26.8±1.4*##	27.1±2.3*##

注:*表示与伤前 15 min 相比,*P*<0.05;#表示与假高压电烧伤组同一时相比,*P*<0.05;##表示与高压电烧伤实验组同一时相比,*P*<0.05。

表 2 各组大鼠微静脉内白细胞滚动速度比较($\bar{x} \pm s$,μm/s)

组别	<i>n</i>	伤前 15 min	伤后 15 min	伤后 1 h	伤后 2 h	伤后 4 h	伤后 8 h
高压电烧伤实验组	45	274±16	95±12*#	122±10*#	124±12*#	130±11*#	146±10*#
假高压电烧伤组	45	276±13	275±10	277±11	282±8	284±10	283±9
高压电烧伤富氢盐水治疗组	45	277±11	177±13*##	216±12*##	224±14*##	227±11*##	226±15*##
高压电烧伤罂粟碱治疗组	45	275±14	175±18*##	220±14*##	234±16*##	228±9*##	229±13*##

注:*表示与伤前 15 min 相比,*P*<0.05;#表示与假高压电烧伤组同一时相比,*P*<0.05;##表示与高压电烧伤实验组同一时相比,*P*<0.05。

2.3 各组大鼠微静脉内白细胞黏附数比较 假高压电烧伤组于观察的各个时相的微静脉内白细胞黏附数均无明显变化,差异没有统计学意义(*P*>0.05)。高压电烧伤实验组大鼠伤后

各时相微静脉内白细胞黏附数均高于伤前 15 min,差异具有统计学意义(*P*<0.05)。高压电烧伤富氢盐水治疗组与高压电烧伤罂粟碱治疗组伤后各时相微静脉内白细胞黏附数均高于

伤前 15 min, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$), 但与高压电烧伤实验组相比, 增长幅度较低, 且伤后各时相微静脉内白细胞黏附数均低于高压电烧伤实验组对应时相的微静脉内白细胞黏附数, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。具体结果见表 3。

2.4 各组大鼠微静脉内白细胞-内皮细胞接触时长比较 假高压电烧伤组于观察的各个时相的白细胞-内皮细胞接触时长均无明显变化, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。高压电烧伤实验组大鼠伤后各时相白细胞-内皮细胞接触时长均高于伤前

15 min, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。高压电烧伤富氢盐水治疗组与高压电烧伤罂粟碱治疗组伤后各时相白细胞-内皮细胞接触时长均高于伤前 15 min, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$), 但与高压电烧伤实验组相比, 增长幅度较低, 且伤后各时相白细胞-内皮细胞接触时长均低于高压电烧伤实验组对应时相的白细胞-内皮细胞接触时长, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。具体结果见表 4。

表 3 各组大鼠微静脉内白细胞黏附数比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	伤前 15 min	伤后 15 min	伤后 1 h	伤后 2 h	伤后 4 h	伤后 8 h
高压电烧伤实验组	45	0	23.17±2.9*#	13.19±2.4*#	14.72±1.9*#	15.47±2.7*#	23.46±4.0*#
假高压电烧伤组	45	0	0	0.12±0.33	0.07±0.18	0.13±0.25	0.09±0.26
高压电烧伤富氢盐水治疗组	45	0	5.81±1.6***	3.74±1.2***	4.23±1.6***	5.61±1.5***	5.73±1.4***
高压电烧伤罂粟碱治疗组	45	0	5.79±1.8***	3.81±1.4***	4.36±1.7***	5.66±1.8***	5.79±1.6***

注: * 表示与伤前 15 min 相比, $P<0.05$; # 表示与假高压电烧伤组同一时相比, $P<0.05$; * 表示与高压电烧伤实验组同一时相比, $P<0.05$ 。

表 4 各组大鼠微静脉微静脉内白细胞-内皮细胞接触时长比较 ($\bar{x}\pm s, S/(\text{min}\cdot 100\mu\text{m})$)

组别	<i>n</i>	伤前 15 min	伤后 15 min	伤后 1 h	伤后 2 h	伤后 4 h	伤后 8 h
高压电烧伤实验组	45	0	14.47±1.96*#	7.99±1.31*#	9.23±1.36*#	9.89±1.21*#	14.63±2.50*#
假高压电烧伤组	45	0	0	0	0.04±0.12	0.08±0.20	0.09±0.19
高压电烧伤富氢盐水治疗组	45	0	3.67±0.98***	2.24±0.81***	2.53±0.79***	3.49±0.83***	3.74±0.90***
高压电烧伤罂粟碱治疗组	45	0	3.72±0.86***	2.41±0.77***	2.54±0.63***	3.52±0.79***	3.76±0.89***

注: * 表示与伤前 15 min 相比, $P<0.05$; # 表示与假高压电烧伤组同一时相比, $P<0.05$; * 表示与高压电烧伤实验组同一时相比, $P<0.05$ 。

3 讨 论

白细胞流变行为的改变能够引起微循环血流动力学紊乱, 进而导致微血管功能下降。据有关报道^[7], 机体被高压电烧伤后, 白细胞在微循环血液中表现出变形、趋边、聚集和黏附等流变学变化。当机体发生损伤时, 微血管血流速度就会下降, 从而使得微血管中的白细胞所受到的黏附力大于其所受到的血流切应力, 进而造成白细胞在微静脉内黏附、贴壁滚动, 使得白细胞流变行为有所改变^[8]。此外, 有学者^[9]认为严重烧伤患者体内在伤后早期存在血浆 E 选择素明显升高的现象, 该选择素的过量表达会导致白细胞大量黏附。本研究的结果也证实了这一点, 受到高压电烧伤的大鼠滚动白细胞数、白细胞黏附数及白细胞-内皮细胞接触时长均高于受伤前 15 min, 且差异具有统计学意义 ($P<0.05$); 受到高压电烧伤的大鼠白细胞滚动速度则低于其受伤前 15 min, 且差异具有统计学意义 ($P<0.05$); 而没有受到电压烧伤的假高压电烧伤组大鼠各时相的白细胞流变行为指标均无明显变化。说明采用以上 4 个指标作为观察富氢盐水对高压电烧伤大鼠肠系膜微血管白细胞流变行为的影响具有一定科学性。

研究表明^[10-11], 氢气对某些机体缺血-再灌注损伤或其他氧化相关损伤具有一定调节作用, 能够有效减轻机体炎症损伤反应。本研究采用富氢盐水治疗高压电烧伤大鼠发现, 大鼠伤后滚动白细胞数、白细胞黏附数及白细胞-内皮细胞接触时长均低于对应时相的高压电烧伤实验组, 且与高压电烧伤实验组各时相指标相比差异具有统计学意义 ($P<0.05$), 富氢盐水组大鼠各时相的白细胞滚动速度则高于高压电烧伤实验组, 且与高压电烧伤实验组各时相比差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。说明富氢盐水对于高压电烧伤大鼠的白细胞流变行为恶化有纠正作用, 能够改善白细胞在微循环系统中黏附行为,

调节白细胞流动速度, 保护受伤组织。

采用富氢盐水较采用罂粟碱的优点如下: 富氢盐水进入机体后, 可快速清除恶性自由基, 有效阻止恶性自由基破坏细胞, 并利用氢分子的氧化还原作用与恶性自由基相结合, 转变为无毒无害的水排出体外, 能够很好地促进新陈代谢。富氢盐水中所含的氢素电子, 可以防止不饱和脂肪酸与活性氧相结合生成过氧化脂质不饱和脂肪酸, 有助于改善微循环血流状况, 氢还可有效对抗机体炎症, 减少炎症损伤的发生, 加速炎症修复等。

综上所述, 采用富氢盐水对高压电烧伤大鼠进行治疗, 可以有效纠正其肠系膜微血管白细胞恶化的流变行为, 缓解炎症反应症状, 保护大鼠肠系膜损伤。为治疗高压电烧伤提供了新的思路。

参考文献

[1] Saracoglu A, Kuzucuoglu T, Yakupoglu S, et al. Prognostic factors in electrical burns; a review of 101 patients[J]. Burns, 2014, 40(4): 702-707.

[2] Agbenorku P, Agbenorku E, Akpaloo J, et al. Electrical burns: The trend and risk factors in the Ghanaian population[J]. Ann Burns Fire Disasters, 2014, 27(4): 176-183.

[3] Yeroshalmi F, Sidoti EJ, Adamo AK, et al. Oral electrical burns in children-a model of multidisciplinary care[J]. J Burn Care Res, 2011, 32(2): 25-30.

[4] Chang BL, Chang A, Strasser J, et al. An unusual presentation of invasive squamous cell carcinoma of the upper extremities in a patient with a history of severe electrical burns and chronic thermal and chemical exposure[J]. Del Med J, 2011, 83(5): 137-141. (下转第 3236 页)

3 讨 论

中医学认为慢性阻塞性肺疾病属“喘证”、“痰饮”、“肺胀”等范畴,认为主要是由于多种慢性肺部疾患迁延不愈,渐积发展而成,认为主要是因肺、肾、脾功能失调,造成痰浊、血瘀、水饮伏于肺而发病,中医治疗以固本平喘化痰为主^[9-10]。方中党参具有补气养血、健脾益肺功效,当归具有补血活血功效,白术具有健脾益气、固表利水功效,生黄芪具有补中益气、利水消肿功效,法半夏具有燥湿化痰、降逆止呕功效,桔梗具有清热宣肺、祛痰功效,金银花具有清热解毒、疏散风热功效,补骨脂具有温脾止泻、纳气平喘、补肾功效,茯苓具有健脾和胃、利水消肿功效,杏仁具有祛痰止咳、平喘功效,栀子具有清热泻火、凉血功效,陈皮具有化痰、健脾和胃、行气功效,甘草调和诸药。本研究结果表明,观察组治疗总有效率高于对照组,说明自拟固本平喘化痰方可提高治疗疗效;观察组患者治疗后 FEV1 预计值、PEF、FEV1/FVC 高于对照组,说明自拟固本平喘化痰方可改善患者肺功能;观察组患者治疗后 6MWT 高于对照组,说明自拟固本平喘化痰方可改善患者运动能力。

现代医学认为慢性阻塞性肺疾病发病机制主要与机体诸多病理生理过程相关,如细胞凋亡、氧化应激、免疫力破坏及炎症反应^[11]。肺部的慢性炎症反应是慢性阻塞性肺疾病的特征性改变,且参与了其发病过程^[12]。IL-6 是一种多功能炎性细胞因子,在炎症反应中具有重要作用。IL-6 参与了慢性阻塞性肺疾病的发病过程,且与其病情严重程度密切相关^[13]。IL-8 是常用的炎症反应标志物,临床研究报道显示血清 IL-8 水平与慢性阻塞性肺疾病稳定期病情关系紧密,且可辅助评价其病情,及预测其发病风险^[14]。MMP-9 是 MMPs 家族中的重要成员,现代认为其可导致肺弹性蛋白不可逆丧失、肺泡表面不可逆丧失及肺泡壁破坏,进一步造成肺组织降解,及参与肺气肿的形成^[15]。本研究结果表明,观察组患者治疗后 IL-6、IL-8、MMP-9 水平低于对照组,说明自拟固本平喘化痰方可通过降低血清 IL-6、IL-8、MMP-9 水平,减轻患者炎症反应、

综上所述,自拟固本平喘化痰方对慢性阻塞性肺疾病稳定期疗效明显,且可明显改善患者肺功能,及降低血清炎症因子 IL-6、IL-8、MMP-9 水平,从而减轻患者炎症状态。

参考文献

[1] 张洋. 炎症及氧化应激反应在慢性阻塞性肺疾病发病机制中的研究进展[J]. 昆明医科大学学报, 2015, 36(1): 162-164, 180.
[2] 刘娅钦, 马丽, 刘琳. 慢性阻塞性肺疾病发病机制的研究

进展[J]. 临床肺科杂志, 2016, 21(6): 1113-1117.

[3] 刘文先, 高振, 木合塔尔·阿尤甫, 等. 基于中国不同地区流行病学调查的慢性阻塞性肺疾病患病因素分析[J]. 医学综述, 2013, 19(7): 1243-1246.
[4] 高恒兴, 温中梅, 袁海波, 等. 慢性阻塞性肺病发病机制研究的最新进展[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(19): 5668-5670.
[5] 陈瑞祥. 噻托溴铵联合沙美特罗/丙酸氟替卡松治疗慢性阻塞性肺病的疗效分析[J]. 实用医学杂志, 2012, 28(5): 816-818.
[6] 玉敏, 吕静, 杜俊凤, 等. 联合吸入噻托溴铵及沙美特罗替卡松对稳定期 COPD 患者血清炎症细胞因子及肺功能的影响迟[J]. 临床肺科杂志, 2013, 18(9): 1560-1562.
[7] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2013 年修订版)[J]. 中国医学前沿杂志: 电子版, 2014, 36(2): 67-79.
[8] 郑筱萸. 中药新药临床研究指导原则: 试行[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2002: 54-57.
[9] 叶彬. 中西医结合治疗慢性阻塞性肺疾病 45 例临床观察[J]. 湖南中医杂志, 2015, 31(5): 7-9.
[10] 郭光辉, 杨宏志. 中西医结合治疗重度慢性阻塞性肺疾病稳定期临床观察[J]. 湖北中医杂志, 2016, 38(2): 9-11.
[11] 刘领, 吴文杰, 杨霁, 等. 慢性阻塞性肺病患者炎症反应与凝血功能异常的关系[J]. 中国医刊, 2015, 14(8): 47-50.
[12] 高炎超, 梁志华, 马展成. 稳定期慢性阻塞性肺疾病治疗后炎症介质反应及临床病情的研究[J]. 中国临床研究, 2015, 28(3): 298-300.
[13] 徐继勋, 徐维利. 慢性阻塞性肺病患者 lep-tin、IL-6 的表达变化及其意义[J]. 临床肺科杂志, 2016, 21(8): 1445-1448.
[14] 顾福根, 丁群力. 稳定期慢性阻塞性肺疾病血清 IL-8、TNF- α 、CRP 的表达及与肺功能的关系[J]. 现代实用医学, 2015, 27(8): 1021-1023.
[15] 张平, 朱应群, 李喆, 等. 维生素 D 与基质金属蛋白酶-9 在慢性阻塞性肺疾病中的表达及相关性分析[J]. 国际呼吸杂志, 2014, 34(9): 649-651.

(收稿日期: 2017-07-03 修回日期: 2017-08-16)

(上接第 3233 页)

[5] 李欣. 实验高压电烧伤家兔肠黏膜的微循环变化及意义[J]. 中国微循环, 2013, 23(3): 70-73.
[6] 刘泽世, 赵帅, 耿玉兰, 等. 高压电烧伤对 SD 大鼠凝血功能的影响[J]. 中国卫生检验杂志, 2015, 25(4): 485-487.
[7] Roca-Cusachs P, Almendros I, Sunyer R, et al. Rheology of passive and adhesion-activated neutrophils probed by atomic force microscopy[J]. Biophys J, 2006, 91(9): 3508-3518.
[8] Guibal A, Taillade L, Mule S, et al. Noninvasive contrast-enhanced US quantitative assessment of tumor microcirculation in a murine model: effect of discontinuing anti-VEGF therapy[J]. Radiology, 2010, 254(2): 420-429.

[9] Rassoul F, Richter V, Kistner C, et al. Soluble cell adhesion molecules and parameters of lipoprotein metabolism in patients with severe burns[J]. West Indian Med J, 2009, 58(5): 417-421.
[10] Ji Q, Hui K, Zhang L, et al. The effect of hydrogen-rich saline on the brain of rats with transient ischemia[J]. J Surg Res, 2011, 168(1): 95-101.
[11] Wang F, Yu G, Liu SY, et al. Hydrogen-rich saline protects against renal ischemia/reperfusion injury in rats[J]. J Surg Res, 2011, 167(2): 339-344.

(收稿日期: 2017-06-16 修回日期: 2017-07-29)