

· 论 著 ·

高压电烧伤对大鼠小肠浆膜表面微循环灌流量的影响及己酮可可碱的干预作用



张庆富 许顺江 梁利民 冯建科 徐彦粉 屠丽红

【摘要】 目的 探讨高压电烧伤对大鼠小肠浆膜表面微循环灌流量的影响以及己酮可可碱 (PTX) 的干预作用。 **方法** 将 180 只 SD 大鼠按随机数字表法分为假伤组、单纯电伤组和治疗组, 每组 60 只。以大鼠左前肢近心端外侧为电流入口, 右后肢近心端外侧为电流出口, 单纯电伤组和治疗组大鼠用调压器及实验变压器造成入口和出口处各 1 cm × 1 cm 的高压电烧伤创面; 假伤组大鼠接相同装置但不通电致假伤。伤后 2 min, 假伤组和单纯电伤组大鼠腹腔注射生理盐水 2 mL, 治疗组大鼠腹腔注射 50 mg/mL PTX 注射液 2 mL。伤前 15 min 及伤后 5 min、1 h、2 h、4 h、8 h, 每组各取 10 只大鼠, 经心脏采血分离血清, 用 ELISA 法检测血清可溶性血管细胞黏附分子 1 (sVCAM-1) 含量; 用布莱德多项投影显微镜系统检测肠系膜微静脉白细胞黏附数; 用激光多普勒血流灌注成像仪检测小肠浆膜表面微循环灌流量。对数据进行析因设计方差分析和 LSD 检验。 **结果** (1) 单纯电伤组大鼠伤后 5 min、1 h、2 h、4 h、8 h 血清 sVCAM-1 含量分别为 (8 502 ± 1 158)、(11 793 ± 3 310)、(9 960 ± 2 146)、(9 708 ± 1 429)、(7 292 ± 1 386) ng/mL, 均高于假伤组的 (1 897 ± 946)、(1 882 ± 940)、(1 882 ± 938)、(1 888 ± 946)、(1 884 ± 942) ng/mL 和治疗组的 (6 840 ± 1 558)、(6 742 ± 2 465)、(5 625 ± 2 593)、(2 373 ± 1 463)、(5 187 ± 2 797) ng/mL (*P* 值均小于 0.001)。单纯电伤组大鼠伤后各时相点、治疗组大鼠伤后各时相点 (除伤后 4 h 外) 血清 sVCAM-1 含量均高于组内伤前 15 min (*P* 值均小于 0.001)。(2) 单纯电伤组大鼠伤后各时相点肠系膜微静脉白细胞黏附数均多于假伤组和治疗组 (*P* 值均小于 0.001)。单纯电伤组和治疗组大鼠伤后各时相点肠系膜微静脉白细胞黏附数均多于组内伤前 15 min (*P* 值均小于 0.001)。(3) 单纯电伤组大鼠伤后各时相点小肠浆膜表面微循环灌流量低于假伤组和治疗组 (*P* 值均小于 0.001)。单纯电伤组和治疗组大鼠伤后各时相点小肠浆膜表面微循环灌流量均低于组内伤前 15 min (*P* 值均小于 0.001)。 **结论** 高压电烧伤可提高大鼠血清 sVCAM-1 含量、增加肠系膜微静脉白细胞黏附数, 减少小肠浆膜表面微循环灌流量。PTX 通过抑制 sVCAM-1 的分泌, 减少肠系膜微静脉白细胞黏附数, 从而减轻高压电烧伤微循环障碍。

【关键词】 烧伤, 电; 白细胞; 微循环; 己酮可可碱; 可溶性血管细胞黏附分子 1

基金项目: 河北省自然科学基金 (C2011206080); 河北省应用基础研究计划重点基础研究项目 (14967724D); 河北省省级重大医学科研课题 (zd2013080)

Influences of high-voltage electrical burns on microcirculation perfusion on serosal surface of small intestine of rats and the interventional effects of pentoxifylline Zhang Qingfu, Xu Shunjiang, Liang Limin, Feng Jianke, Xu Yanfen, Tu Lihong. Department of Burns and Plastic Surgery, the First Hospital of Hebei Medical University, Burns Project Technology Research Center of Hebei Province, Shijiazhuang 050031, China

Corresponding author: Zhang Qingfu, Email: zhangqdoctor@163.com

【Abstract】 Objective To investigate influences of high-voltage electrical burns on microcirculation perfusion on serosal surface of small intestine of rats and the interventional effects of pentoxifylline (PTX). **Methods** Totally 180 SD rats were divided into sham injury group, simple electrical burn group, and treatment group according to the random number table, with 60 rats in each group. The electrical current was applied to the outside proximal part of left forelimb of rats and exited from the outside proximal part of right hind limb of rats. Rats in simple electrical burn group and treatment group were inflicted with high-voltage

DOI:10.3760/ema.j.issn.1009-2587.2017.03.008

作者单位: 050031 石家庄, 河北医科大学第一医院烧伤整形外科, 河北省烧伤工程技术研究中心

通信作者: 张庆富, Email: zhangqdoctor@163.com

electrical burn wounds of 1cm × 1cm at current entrances and exits, with the voltage regulator and experimental transformer. Rats in sham injury group were sham injured through connecting the same equipments without electricity. At 2 min post injury, rats in sham injury group and simple electrical burn group were intraperitoneally injected with 2 mL normal saline, and rats in treatment group were injected with 2 mL PTX injection (50 mg/mL). At 15 min before injury and 5 min, 1 h, 2 h, 4 h, and 8 h post injury, 10 rats in each group were selected to collect blood of heart respectively. Serum were separated from the blood to determine the level of soluble vascular cell adhesion molecule-1 (sVCAM-1) with enzyme-linked immunosorbent assay method. The number of adhesional leukocyte in mesenteric venule of rats was determined with Bradford variable projection microscope system. The microcirculation perfusion on serosal surface of small intestine of rats was detected with laser Doppler perfusion imager. Data were processed with analysis of variance of factorial design and LSD test. **Results** (1) At 5 min, 1 h, 2 h, 4 h, 8 h post injury, the serum content of sVCAM-1 in rats of simple electrical burn group were (8 502 ± 1 158), (11 793 ± 3 310), (9 960 ± 2 146), (9 708 ± 1 429), (7 292 ± 1 386) ng/mL respectively, higher than that in sham injury group and treatment group [(1 897 ± 946), (1 882 ± 940), (1 882 ± 938), (1 888 ± 946), (1 884 ± 942) ng/mL, and (6 840 ± 1 558), (6 742 ± 2 465), (5 625 ± 2 593), (2 373 ± 1 463), (5 187 ± 2 797) ng/mL, respectively, with *P* values below 0.001]. The serum content of sVCAM-1 in rats of sham injury group and treatment group at all time points post injury, except 4 h post injury of treatment group, was higher than that of the same group at 15 min before injury (with *P* values below 0.001). (2) At all time points post injury, the number of adhesional leukocyte in mesenteric venule of rats in simple electrical burn group was higher than that in sham injury group and treatment group (with *P* values below 0.001). The number of adhesional leukocyte in mesenteric venule of rats in simple electrical burn group and treatment group at all time points post injury was higher than that of the same group at 15 min before injury (with *P* values below 0.001). (3) At all time points post injury, the microcirculation perfusion on serosal surface of small intestine of rats in simple electrical burn group was lower than that in sham injury group and treatment group (with *P* values below 0.001). The microcirculation perfusion on serosal surface of small intestine of rats in simple electrical burn group and treatment group at all time points post injury was lower than that of the same group at 15 min before injury (with *P* values below 0.001). **Conclusions** High-voltage electrical burns can increase the serum content of sVCAM-1, the number of adhesional leukocyte in mesenteric venule, and reduce microcirculation perfusion on serosal surface of small intestine of rats. PTX can inhibit secretion of serum sVCAM-1, reduce the number of adhesional leukocyte in mesenteric venule to alleviate microcirculation disturbance caused by high-voltage electrical burns.

【Key words】 Burns, electric; Leukocyte; Microcirculation; Pentoxifylline; Soluble vascular cell adhesion molecule 1

Fund program: Natural Science Foundation of Hebei Province of China (C2011206080); Key Basic Research Program of Applied Basic Research Planning of Hebei Province (14967724D); Major Medical Scientific Research Projects of Hebei Province (zd2013080)

微循环障碍是电烧伤重要的病理生理改变,在电烧伤渐进性损伤发生和发展过程中发挥关键作用^[1-2]。白细胞与血管内皮细胞黏附是导致微循环血流动力学和灌流量异常的重要病理因素之一,而血管细胞黏附分子 1 (VCAM-1) 在白细胞与血管内皮细胞黏附过程中发挥重要作用。血清可溶性 VCAM-1 (sVCAM-1) 是 VCAM-1 脱落进入血液的分子片段,其含量的变化可间接反映机体内 VCAM-1 的表达情况。研究报道,己酮可可碱 (PTX) 是非选择性磷酸二酯酶抑制剂,具有扩张微血管等作用,但 PTX 对血清 sVCAM-1、肠系膜微静脉白细胞黏附及小肠浆膜表面微循环灌流量的影响尚鲜见报道。本文通过建立高压电烧伤大鼠模型,观察高压电烧伤对血清 sVCAM-1、肠系膜微静脉白细胞黏附及小肠浆膜表面微循环灌流量的影响及 PTX 的干预作用。

1 材料与方法

1.1 动物及主要仪器与试剂来源

180 只成年清洁级健康 SD 大鼠,雌雄不限,体质量 292 ~ 356 g,由河北医科大学实验动物中心提供,许可证号:SCXK(冀)2013-1-003。TC-30-20KVA 型调压器和 YDJ-10KVA 型实验变压器购自武汉市得福电气有限公司,LDZ5-2 型低速自动平衡离心机购自北京京立离心机有限公司,HPS-160 型生化培养箱购自哈尔滨市东明医疗仪器厂,MDF-U4086S 型超低温保存箱购自日本三洋公司,15 型布莱德多项投影显微镜 (BVPM) 系统购自美国 Bradford 研究所,LISCA II 型激光多普勒血流灌注成像仪 (LDPI) 购自瑞典 Perimed 公司,M200PRO 型酶标仪购自瑞士 TECAN 集团公司。大鼠 sVCAM-1 ELISA 检测试剂盒购自上海西唐生物科技有限公司,硫化钠粉剂

购自天津市永大化学试剂开发中心, PTX 粉剂购自石家庄四药股份有限公司。

1.2 分组处理

将 180 只大鼠按随机数字表法分为假伤组、单纯电伤组和治疗组, 每组 60 只。实验前 1 d, 大鼠左前肢、右后肢及胸壁外涂 80 g/L 硫化钠脱毛并禁食。实验当日, 大鼠腹腔注射 10 g/L 戊巴比妥钠 (3 mL/kg) 麻醉后, 仰卧位固定于实验操作台上。3 组大鼠均连接调压器及实验变压器, 以左前肢近心端外侧为电流入口, 右后肢近心端外侧为电流出口。单纯电伤组和治疗组大鼠以 2 kV 升压器输出电压, (1.80 ± 0.15) A 电流强度通电 3 s, 造成入口和出口处 1 cm × 1 cm 大小高压电烧伤创面, 深达骨骼。大鼠无低血容量性休克发生。假伤组大鼠除电路不通电致假伤外, 其他处理与单纯电伤组和治疗组一致。伤后 2 min, 假伤组和单纯电伤组大鼠腹腔注射生理盐水 2 mL, 治疗组大鼠腹腔注射 50 mg/mL PTX 注射液 2 mL。

1.3 检测指标

伤前 15 min 及伤后 5 min、1 h、2 h、4 h、8 h, 每组各取 10 只大鼠。(1) 经心脏采血, 以离心半径 13.5 cm, 300 r/min 离心 5 min, 收集上清液。用 ELISA 法检测血清 sVCAM-1 含量。(2) 按文献[3]检测方法, 用 BVPM 系统检测肠系膜微静脉白细胞黏附数(每 100 微米长血管上白细胞个数)。(3) 以大鼠肠系膜为微循环观察窗, 按文献[4]检测方法, 用 LDPI 检测小肠浆膜表面微循环灌流量。

1.4 统计学处理

计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用 SPSS 21.0 统计软

件对组间总体比较行析因设计方差分析, 两两比较行 LSD 检验(软件自动略去该统计量值)。P < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 血清 sVCAM-1 含量

伤前 15 min, 3 组大鼠血清 sVCAM-1 含量相近 (P 值均大于 0.05); 伤后各时相点, 单纯电伤组大鼠血清 sVCAM-1 含量均高于假伤组及治疗组 (P 值均小于 0.001), 治疗组大鼠血清 sVCAM-1 含量均高于假伤组 (P 值均小于 0.001)。假伤组大鼠各时相点血清 sVCAM-1 含量相近 (P 值均大于 0.05); 单纯电伤组大鼠伤后各时相点血清 sVCAM-1 含量均高于组内伤前 15 min (P 值均小于 0.001); 除伤后 4 h 外, 治疗组大鼠伤后各时相点血清 sVCAM-1 含量均高于组内伤前 15 min (P 值均小于 0.001)。见表 1。

2.2 肠系膜微静脉白细胞黏附数

伤前 15 min, 3 组大鼠肠系膜微静脉白细胞黏附数相近 (P 值均大于 0.05); 伤后各时相点, 单纯电伤组大鼠肠系膜微静脉白细胞黏附数均多于假伤组及治疗组 (P 值均小于 0.001), 治疗组大鼠肠系膜微静脉白细胞黏附数均多于假伤组 (P 值均小于 0.001)。假伤组大鼠各时相点肠系膜微静脉白细胞黏附数相近 (P 值均大于 0.05); 单纯电伤组和治疗组大鼠伤后各时相点肠系膜微静脉白细胞黏附数均多于组内伤前 15 min (P 值均小于 0.001)。见表 2。

2.3 小肠浆膜表面微循环灌流量

伤前 15 min, 3 组大鼠小肠浆膜表面微循环灌流量相近 (P 值均大于 0.05); 伤后各时相点, 单纯

表 1 假伤组与高压电烧伤各组大鼠各时相点血清可溶性血管细胞黏附分子 1 含量比较 (ng/mL, $\bar{x} \pm s$)

组别	鼠数(只)	伤前 15 min	伤后 5 min	伤后 1 h	伤后 2 h	伤后 4 h	伤后 8 h
假伤组	60	1 889 ± 940	1 897 ± 946	1 882 ± 940	1 882 ± 938	1 888 ± 946	1 884 ± 942
单纯电伤组	60	1 894 ± 940	8 502 ± 1 158 ^{ab}	11 793 ± 3 310 ^{ab}	9 960 ± 2 146 ^{ab}	9 708 ± 1 429 ^{ab}	7 292 ± 1 386 ^{ab}
治疗组	60	1 890 ± 934	6 840 ± 1 558 ^{abc}	6 742 ± 2 465 ^{abc}	5 625 ± 2 593 ^{abc}	2 373 ± 1 463 ^{bc}	5 187 ± 2 797 ^{abc}

注: 处理因素主效应, F = 202.415, P < 0.001; 时间因素主效应, F = 29.080, P < 0.001; 两者交互作用, F = 13.261, P < 0.001; 与组内伤前 15 min 比较, ^aP < 0.001; 与假伤组比较, ^bP < 0.001; 与单纯电伤组比较, ^cP < 0.001

表 2 假伤组与高压电烧伤各组大鼠各时相点肠系膜微静脉白细胞黏附数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	鼠数(只)	伤前 15 min	伤后 5 min	伤后 1 h	伤后 2 h	伤后 4 h	伤后 8 h
假伤组	60	0	0.10 ± 0.32	0	0	0.10 ± 0.32	0.20 ± 0.42
单纯电伤组	60	0	22.90 ± 3.32 ^{ab}	12.60 ± 2.07 ^{ab}	15.10 ± 2.60 ^{ab}	17.20 ± 4.24 ^{ab}	24.90 ± 5.61 ^{ab}
治疗组	60	0	7.00 ± 1.83 ^{abc}	4.10 ± 1.66 ^{abc}	4.30 ± 2.11 ^{abc}	4.80 ± 2.25 ^{abc}	5.50 ± 2.46 ^{abc}

注: 白细胞黏附数为每 100 微米长血管上白细胞个数; 各组伤前 15 min 及假伤组伤后 1、2 h, 大鼠未检出肠系膜微静脉白细胞黏数, 本文中默认为 0; 处理因素主效应, F = 730.120, P < 0.001; 时间因素主效应, F = 80.599, P < 0.001; 两者交互作用, F = 41.039, P < 0.001; 与组内伤前 15 min 比较, ^aP < 0.001; 与假伤组比较, ^bP < 0.001; 与单纯电伤组比较, ^cP < 0.001

表 3 假伤组与高压电烧伤各组大鼠各时相点小肠浆膜表面微循环灌流量比较($V, \bar{x} \pm s$)

组别	鼠数(只)	伤前 15 min	伤后 5 min	伤后 1 h	伤后 2 h	伤后 4 h	伤后 8 h
假伤组	60	2.11 ± 0.19	2.10 ± 0.20	2.12 ± 0.20	2.09 ± 0.19	2.09 ± 0.20	2.10 ± 0.20
单纯电伤组	60	2.07 ± 0.19	0.41 ± 0.12 ^{ab}	1.19 ± 0.22 ^{ab}	0.83 ± 0.11 ^{ab}	0.88 ± 0.13 ^{ab}	0.90 ± 0.19 ^{ab}
治疗组	60	2.07 ± 0.19	0.64 ± 0.09 ^{abc}	1.32 ± 0.17 ^{abc}	1.41 ± 0.12 ^{abc}	1.34 ± 0.09 ^{abc}	1.36 ± 0.13 ^{abc}

注:处理因素主效应, $F = 624.760, P < 0.001$;时间因素主效应, $F = 118.307, P < 0.001$;两者交互作用, $F = 33.214, P < 0.001$;与组内伤前 15 min 比较, ^a $P < 0.001$;与假伤组比较, ^b $P < 0.001$;与单纯电伤组比较, ^c $P < 0.001$

电伤组大鼠小肠浆膜表面微循环灌流量均低于假伤组及治疗组(P 值均小于 0.001),治疗组大鼠小肠浆膜表面微循环灌流量均低于假伤组(P 值均小于 0.001)。假伤组大鼠各时相点小肠浆膜表面微循环灌流量相近(P 值均大于 0.05),单纯电伤组和治疗组大鼠伤后各时相点小肠浆膜表面微循环灌流量均低于组内伤前 15 min(P 值均小于 0.001)。见表 3。

3 讨论

微循环障碍在电烧伤过程中发挥重要作用,白细胞流变行为异常则是引起微循环障碍的重要病理变化之一。白细胞流变行为异常主要表现为白细胞在微血管内的贴壁翻滚和黏附,使微血管血流阻力增大,微循环灌流量下降,导致微循环障碍。白细胞与血管内皮细胞黏附可使两者相互损伤,并释放炎症介质,进一步损伤微血管及血细胞,加剧微循环障碍。VCAM-1 是介导白细胞与血管内皮细胞黏附的重要分子,主要分布于血管内皮细胞表面,可介导白细胞与血管内皮细胞的黏附。正常情况下,血管内皮细胞 VCAM-1 表达较低;而病理情况下,VCAM-1 在血管内皮细胞上表达增高,促进白细胞与血管内皮细胞黏附。血清中 sVCAM-1 的含量可反映血管内皮细胞上 VCAM-1 的表达,在临床上用于判断严重感染、肉碱缺乏症等疾病的血管损伤情况^[5-6]。

本研究观察到,单纯电伤组大鼠伤后各时相点血清 sVCAM-1 含量均高于假伤组,且伤后各时相点血清 sVCAM-1 含量均高于组内伤前 15 min。单纯电伤组大鼠血清 sVCAM-1 含量在伤后 1 h 最高,与通常报道的热力烧伤后血清 sVCAM-1 mRNA 的表达在伤后 24 h 达到峰值有一定差异,可能与高压电烧伤后,机体产生的应激反应主要表现在伤后数小时内有关。单纯电伤组大鼠肠系膜微静脉白细胞黏附数多于假伤组,且伤后各时相点均多于伤前 15 min,表明高压电烧伤可增加大鼠微静脉白细胞黏附数,诱发白细胞与微静脉内皮细胞的黏附。白细胞与血管内皮细胞黏附损伤微血管的机制包括:(1)白细胞与内皮细胞黏附后释放 IL-1、TNF- α 、血

小板活化因子、白三烯等炎症介质,吸引白细胞、血小板黏附于血管内皮,阻塞微血管。(2)白细胞黏附后活化,通过呼吸暴发产生氧自由基及过氧化氢,损伤血管内皮细胞和平滑肌细胞,并影响血管舒张功能。(3)中性粒细胞释放弹性蛋白酶、花生四烯酸代谢产物等细胞毒性物质,损伤血管内皮细胞,增加血管内皮通透性,引起组织水肿。单纯电伤组大鼠小肠浆膜表面微循环灌流量低于假伤组,且伤后各时相点微循环灌流量均低于组内伤前 15 min,进一步表明高压电烧伤通过提高大鼠血清 sVCAM-1 含量,诱发白细胞在微血管内黏附,减少小肠微循环灌流量,加重机体微循环障碍。

PTX 具有提高红细胞变形性、抑制血小板聚集、扩张微血管、清除氧自由基等作用。PTX 还能抑制炎症细胞释放促炎性介质,抑制血管内皮细胞释放一氧化氮、P 选择素及细胞间黏附分子 1^[7],降低高压电烧伤后大鼠血清 TNF- α 含量,减少血清单核细胞趋化因子 1 和 IL-18 分泌^[8],以及抑制髓过氧化物酶、丙二醛、血栓素 B2 的分泌和 NF- κ B 的表达等^[9-10],提高机体免疫功能。本研究表明,伤后各时相点,治疗组大鼠血清 sVCAM-1 含量、肠系膜微静脉白细胞黏附数均低于单纯电伤组,高于假伤组;小肠浆膜表面微循环灌流量则高于单纯电伤组,低于假伤组。除伤后 4 h 外,治疗组大鼠伤后各时相点血清 sVCAM-1 含量高于组内伤前 15 min;伤后各时相点,治疗组大鼠肠系膜微静脉白细胞黏附数均多于组内伤前 15 min,小肠浆膜表面微循环灌流量均低于组内伤前 15 min。以上结果表明 PTX 通过抑制血管内皮细胞 VCAM-1 的表达,减少微静脉白细胞黏附,提高微循环灌流量,从而延缓了高压电烧伤后渐进性损伤的发生和发展。但 PTX 尚不能彻底干预高压电烧伤诱发的 VCAM-1 表达增高、肠系膜微静脉白细胞黏附性增强及小肠浆膜表面微循环灌流量减少。治疗组大鼠伤后 4 h,血清 sVCAM-1 含量与伤前无明显差异,可能与此时相点 PTX 有效浓度达到最佳,干预效果较好有关。

综上所述,VCAM-1 在高压电烧伤诱发白细胞

与微血管内皮细胞间黏附过程中起重要作用,而白细胞与血管内皮细胞黏附后可损伤血管内皮细胞,加重微血流动力学紊乱和微血管功能异常,促进电烧伤后微循环障碍。PTX 可抑制 sVCAM-1 分泌,减少白细胞与血管内皮细胞黏附,从而提高小肠浆膜表面微循环灌流量,改善高压电烧伤引起的微循环障碍,为治疗高压电烧伤提供了一种可选择的有效药物。但本研究仅为高压电烧伤后 8 h 内的研究,高压电烧伤 8 h 后大鼠血清 sVCAM-1 含量、肠系膜微静脉白细胞黏附数及小肠浆膜表面微循环灌流量有何变化,尚需进一步研究。目前 PTX 主要用于治疗周围血管疾病、脑血管疾病、门静脉高压症,预防肝纤维化等,有关 PTX 在高压电烧伤治疗中的机制和疗效,尚须结合临床研究进行深入探讨。

参考文献

- [1] 张庆富. 烧伤后血小板流变行为及其调控研究进展[J]. 中华烧伤杂志, 2014, 30(1): 56-60. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1009-2587. 2014. 01. 014.
- [2] 张庆富, 魏伟, 尚涛, 等. 高压电烧伤对大鼠血小板与白细胞流变性的影响及己酮可可碱的干预作用[J]. 中华烧伤杂志, 2012, 28(6): 428-434. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1009-2587. 2012. 06. 008.
- [3] 张庆富, 周慧敏, 王车江. 经颅高压电烧伤对大鼠肠系膜微血管白细胞流变行为的影响及乌司他丁干预作用[J]. 中华烧伤杂志, 2011, 27(5): 375-380. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1009-2587. 2011. 05. 015.
- [4] Zhou HM, Xu SJ, Wang L, et al. Influences of high-voltage electrical burns on the pulmonary microcirculation in rabbits[J]. Clin Hemorheol Microcirc, 2016, 62(3): 193-203. DOI: 10. 3233/CH-141921.
- [5] Suto B, Szitter I, Bagoly T, et al. Plasma somatostatin-like immu-

- noreactivity increases in the plasma of septic patients and rats with systemic inflammatory reaction: experimental evidence for its sensory origin and protective role [J]. Peptides, 2014, 54: 49-57. DOI: 10. 1016/j. peptides. 2014. 01. 006.
- [6] Fukami K, Yamagishi S, Sakai K, et al. Oral L-carnitine supplementation increases trimethylamine-N-oxide but reduces markers of vascular injury in hemodialysis patients [J]. J Cardiovasc Pharmacol, 2015, 65(3): 289-295. DOI: 10. 1097/FJC. 000000000000197.
- [7] Nakagawa NK, Cruz RJ Jr, Aikawa P, et al. Pentoxifylline attenuates leukocyte-endothelial interactions in a two-hit model of shock and sepsis [J]. J Surg Res, 2015, 193(1): 421-428. DOI: 10. 1016/j. jss. 2014. 07. 034.
- [8] Han KH, Han SY, Kim HS, et al. Prolonged administration enhances the renoprotective effect of pentoxifylline via anti-inflammatory activity in streptozotocin-induced diabetic nephropathy [J]. Inflammation, 2010, 33(3): 137-143. DOI: 10. 1007/s10753-009-9167-6.
- [9] Guo SX, Fang Q, You CG, et al. Effects of hydrogen-rich saline on early acute kidney injury in severely burned rats by suppressing oxidative stress induced apoptosis and inflammation [J]. J Transl Med, 2015, 13: 183. DOI: 10. 1186/s12967-015-0548-3.
- [10] Divya SP, Wang X, Pratheeshkumar P, et al. Blackberry extract inhibits UVB-induced oxidative damage and inflammation through MAP kinases and NF- κ B signaling pathways in SKH-1 mice skin [J]. Toxicol Appl Pharmacol, 2015, 284(1): 92-99. DOI: 10. 1016/j. taap. 2015. 02. 003.

(收稿日期: 2016-04-23)

(本文编辑: 牟乾静)

本文引用格式

张庆富, 许顺江, 梁利民, 等. 高压电烧伤对大鼠小肠浆膜表面微循环灌流量的影响及己酮可可碱的干预作用[J]. 中华烧伤杂志, 2017, 33(3): 166-170. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1009-2587. 2017. 03. 008.

Zhang QF, Xu SJ, Liang LM, et al. Influences of high-voltage electrical burns on microcirculation perfusion on serosal surface of small intestine of rats and the interventional effects of pentoxifylline [J]. Chin J Burns, 2017, 33(3): 166-170. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1009-2587. 2017. 03. 008.

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊网站“指南与共识”板块内容征集

众所周知, 烧伤医学与相关学科联系紧密, 许多时候需要借鉴相关学科的诊疗理念、规范和抢救技术。本刊网站“指南与共识”板块即秉承这一理念, 将烧伤以及相关学科的指南集中展示, 为大家提供多方面的参考。希望各位学者特别是经常进行跨学科交流和研究的学者, 在平时工作中看到可供烧伤界同仁参考的指南时, 能够及时发送给编辑部(邮箱 fuy2007@vip. 163. com), 通过杂志网站平台推广, 惠及更多学者。在此基础上, 也希望中华医学会烧伤外科学分会与《中华烧伤杂志》编辑委员会的各位专家能够牵头发起烧伤专业的相关共识讨论, 早日制订出更多烧伤专业相关指南与共识, 指导烧伤临床救治工作。欢迎广大读者朋友到本刊网站 <http://www. zhsszz. org> 查阅“指南与共识”板块。

本刊编辑部