

· 论著 ·

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



张庆富 周慧敏 王车江

【摘要】 目的 了解经颅高压电烧伤对大鼠肠系膜微血管内白细胞流变行为的影响,以及乌司他丁(UTI)对其的干预作用。方法 将 45 只 SD 大鼠按随机数字表法分为假伤组、电伤组和治疗组,每组 15 只。电伤组和治疗组大鼠均用调压器及实验变压器制成高压电烧伤模型;假伤组大鼠接相同装置但不通电,致假伤。假伤组和电伤组伤后 2 min 内腹腔注射生理盐水 2 mL,治疗组于伤后 2 min 内按 2×10^4 U/kg 腹腔注射 UTI 2 mL。用布氏显微镜及微循环图像分析系统观测 3 组大鼠伤前 15 min 及伤后 5 min、1 h、2 h、4 h、8 h 肠系膜微血管内滚动白细胞数、白细胞滚动速度、白细胞黏附数、白细胞-内皮细胞接触时间(TLECT)。对实验数据行 *t* 检验。结果 (1)微静脉滚动白细胞数:电伤组和治疗组大鼠伤后各时相点滚动白细胞数较伤前增多,伤后 5 min 分别剧增至 (51.4 ± 3.2) 、 (24.6 ± 1.9) 个/min,多于假伤组的 (1.1 ± 0.7) 个/min(*t* 值分别为 59.28、44.99, *P* 值均小于 0.05);治疗组伤后各时相点滚动白细胞数均少于电伤组,伤后 5 min 组间比较, *t* = 27.97, *P* < 0.05。(2)微静脉白细胞滚动速度:电伤组和治疗组伤后各时相点白细胞滚动速度较伤前下降,伤后 5 min 最慢,分别为 (90 ± 9) 、 (175 ± 13) $\mu\text{m/s}$,均慢于假伤组的 (277 ± 12) $\mu\text{m/s}$ (*t* 值分别为 47.97、21.59, *P* 值均小于 0.05);治疗组伤后各时相点白细胞滚动速度均快于电伤组,伤后 5 min 组间比较, *t* = 20.55, *P* < 0.05。(3)微静脉白细胞黏附数:电伤组和治疗组伤后各时相点白细胞黏附数较伤前增多,伤后 5 min 即达每 100 微米血管 (23.27 ± 3.20) 、 (5.80 ± 1.61) 个,均多于假伤组的每 100 微米血管 0 个(*t* 值分别为 28.16、13.95, *P* 值均小于 0.05);治疗组伤后各时相点白细胞黏附数少于电伤组,伤后 5 min 组间比较, *t* = 18.89, *P* < 0.05。(4)微静脉 TLECT:电伤组和治疗组伤后各时相点 TLECT 较伤前增高,伤后 5 min 即达 (14.45 ± 1.99) 、 (3.66 ± 0.96) s/min,均多于假伤组的 0 s/min(*t* 值分别为 28.12、14.77, *P* 值均小于 0.05),治疗组伤后各时相点 TLECT 低于电伤组,伤后 5 min 组间比较, *t* = 18.91, *P* < 0.05。(5)3 组大鼠伤前及伤后微动脉、毛细血管血流中,均未见白细胞滚动或者贴壁黏附。结论 经颅高压电烧伤可导致大鼠肠系膜微静脉白细胞流变行为异常,UTI 对此有明显改善作用。

【关键词】 烧伤;电;肠系膜;微循环;白细胞;血液流变学;乌司他丁

Rheological changes of leukocytes in mesentery capillary of rats with transcranial high-voltage electrical burn and the therapeutic effects of ulinastatin ZHANG Qing-fu, ZHOU Hui-min, WANG Che-jiang. Department of Burns and Plastic Surgery, the First Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050031, China

Corresponding author: ZHOU Hui-min, Email: zhouhuimindocor@sohu.com, Tel: 15132169900

【Abstract】 Objective To study the influence of transcranial high-voltage electrical burn (HEB) on rheological changes of leukocytes in mesentery capillary in rats and the therapeutic effects of ulinastatin.

Methods Forty-five SD rats were divided into control (C), electrical burns (EB), and ulinastatin treatment (UT) groups according to the random number table, with 15 rats in each group. Model of HEB was reproduced in rats of EB and UT groups with voltage regulator and experimental transformer, and then rats in EB group was intraperitoneally injected with 2 mL isotonic saline while rats in UT group was intraperitoneally injected with 2 mL ulinastatin (2×10^4 U/kg). Rats in C group received sham burn with the same treatment as used in EB group but without electric current. Rheological changes of leukocytes in mesentery capillary

DOI:10.3760/ema.j.issn.1009-2587.2011.05.015

基金项目:河北省自然科学基金(302551)

作者单位:050031 石家庄,河北医科大学第一医院烧伤整形外科

通信作者:周慧敏,Email:zhouhuimindocor@sohu.com,电话:15132169900

were observed with Bradford microscope at 15 minutes before HEB and 5 minutes, 1, 2, 4, 8 hour (s) after HEB (PHM or PHH), including counting the number of rolling leukocytes, leukocytes rolling speed, the number of leukocytes adherent to mesentery capillary, total leukocyte-endothelium contact time (TLECT). Data were processed with *t* test. **Results** (1) The number of rolling leukocytes from PHM 5 to PHH 8 was increased in EB group and UT group as compared with that at 15 minutes before HEB, especially at PHM 5 [(51.4 ± 3.2), (24.6 ± 1.9) cells/min, respectively] which were higher than that in C group [(1.1 ± 0.7) cells/min, with *t* value respectively 59.28, 44.99, *P* values all below 0.05]. The number in UT group at each time point after burn was less than those in EB group, especially at PHM 5 (*t* = 27.97, *P* < 0.05). (2) Compared with that at 15 minutes before HEB, the rolling speed of leukocytes from PHM 5 to PHH 8 was slow in EB group and UT group, especially at PHM 5 [(90 ± 9), (175 ± 13) μm/s, respectively] which were slower than that in C group [(277 ± 12) μm/s, with *t* value respectively 47.97, 21.59, *P* values all below 0.05]. The rolling speed in UT group from PHM 5 to PHH 8 was faster than that in EB group, especially at PHM 5 (*t* = 20.55, *P* < 0.05). (3) Compared with that at 15 minutes before HEB, the number of leukocytes per 100 micrometer capillary from PHM 5 to PHH 8 was increased in EB group and UT group, especially at PHM 5 (23.27 ± 3.20, 5.80 ± 1.61, respectively) which were higher than that in C group (0, with *t* value respectively 28.16, 13.95, *P* values all below 0.05). The number of adhered leukocytes in UT group at each time point after burn was less than that in EB group, especially at PHM 5 (*t* = 18.89, *P* < 0.05). (4) Compared with that at 15 minutes before HEB, TLECT from PHM 5 to PHH 8 was increased in EB group and UT group, especially at PHM 5 [(14.45 ± 1.99), (3.66 ± 0.96) s/min, respectively] which were longer than that in C group (0 s/min, with *t* value respectively 28.12, 14.77, *P* values all below 0.05). TLECT in UT group from PHM 5 to PHH 8 was shorter than that in EB group, especially at PHM 5 (*t* = 18.91, *P* < 0.05). (5) No rolling leukocyte or wall-adherent leukocyte was found in blood flow of arterioles or capillaries of rats in three groups at each time point. **Conclusions** Transcranial HEB can lead to abnormal rheological changes of leukocytes in mesentery capillary in rats, and the changes can be ameliorated by ulinastatin.

【Key words】 Burns, electric; Mesentery; Microcirculation; Leukocytes; Hemorheology; Ulinastatin

电烧伤渐进的发展过程和可逆性变化在一定程度上影响着病情进展与转归。微循环障碍是机体电烧伤后渐进性损伤的重要发生机制之一^[1]。白细胞流变行为异常在微循环障碍过程中起重要作用,因而白细胞流变行为的研究备受关注。电流通过机体的路径是决定电烧伤严重程度的主要因素之一,通常以经肢体和经颅电烧伤常见,而经颅电烧伤病情相对严重。笔者建立经颅高压电烧伤大鼠模型,对其肠系膜微血管内白细胞流变行为进行观测,拟为研究高压电对机体的损伤尤其是渐进性损伤机制提供实验依据,同时探讨乌司他丁 (ulinastatin, UTI) 在防治高压电烧伤微循环障碍方面的疗效。

1 材料与方 法

1.1 主要仪器与试剂

BVPM-15 型布氏显微镜 (即布莱德多项投影显微镜系统,美国 BRADFORD 研究所),微循环图像分析系统 (徐州光学仪器总厂),WX 型恒温恒湿微循环灌注系统 (徐州宏达光学电子仪器有限公司),TC-30-20KVA 型实验调压器和 YDJ-10KVA 型实验变压器 (武汉得福电器公司)。UTI (广东天普生化医药股份有限公司)。

1.2 动物分组与模型制作

健康成年雄性 SD 大鼠 (河北医科大学实验动物中心) 45 只,合格证编号为 805135,体质量 300 ~ 360 g。将大鼠按随机数字表法分为假伤组、电伤组和治疗组,每组 15 只。3 组大鼠实验前日头顶、胸、腹及右后肢外涂 80 g/L 硫化钠脱毛并禁食。实验当日按 3 mL/kg 的剂量腹腔注射 10 g/L 戊巴比妥钠,待其麻醉后仰卧位固定于实验操作台上。电伤组和治疗组大鼠按文献 [2] 方法造成经颅高压电烧伤,电击时升压器输出电压为 2 kV,通电时间为 3 s,电流强度 (1.80 ± 0.15) A,头顶为电流入口,右后肢为出口。出、入口面积均为 1 cm × 1 cm,深达骨骼,无低血容量性休克发生。假伤组除电路不通电流致假伤外,其余处理与电伤组一致。给药方法:伤后 2 min 内腹腔注射生理盐水 2 mL (假伤组、电伤组) 或 UTI 注射液 2 mL (治疗组, 2 × 10⁴ U/kg)。

1.3 检测指标

选定大鼠肠系膜为微循环观察窗,分别于致伤前 15 min 及伤后 5 min、1 h、2 h、4 h、8 h,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变化^[3]。观察项目:(1)滚动白细胞数 (个/min)。(2)白细胞滚动速度 (μm/s)。(3)白细

胞黏附数(每 100 微米血管长度上白细胞个数)。
(4) 白细胞-内皮细胞接触时间(total leukocyte-endothelium contact time, TLECT; 计量单位为 s/min)。

1.4 统计学处理

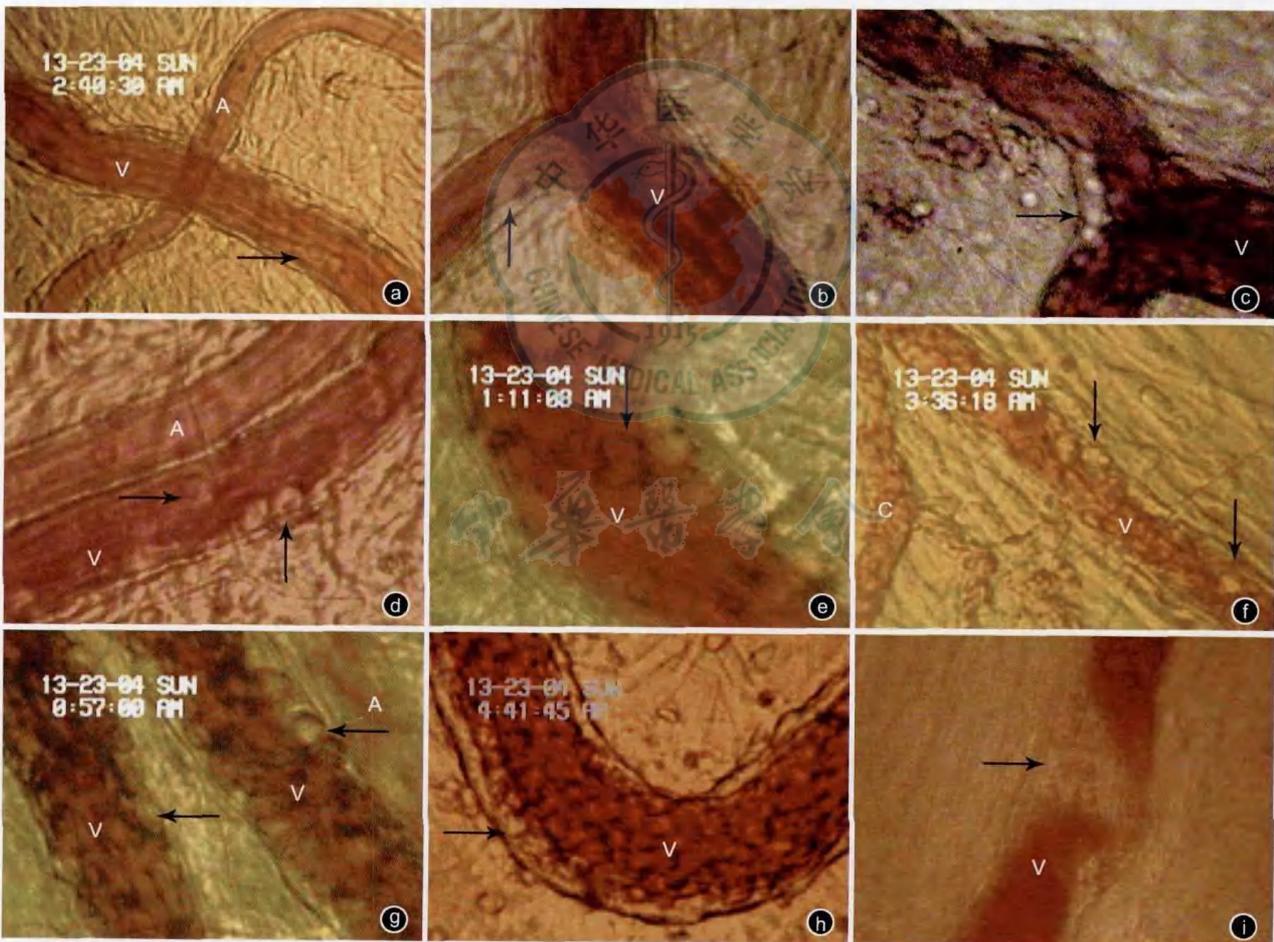
数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用 SPSS 16.0 统计软件进行 *t* 检验。

2 结果

2.1 白细胞流变行为变化特点

(1) 微静脉: 假伤组大鼠伤前及伤后各时相点、电伤组伤前、治疗组伤前微静脉轴流中均有白细胞流动, 偶见白细胞快速贴壁翻滚, 未见白细胞缓慢贴壁翻滚及贴壁黏附(图 1a, b)。电伤组伤后微静脉

内白细胞贴壁滚动及黏附数量明显增加, 黏附现象在微静脉分叉处更多见(图 1c); 在直行的微静脉管壁上白细胞滚动及黏附可同时出现(图 1d); 严重者白细胞广泛黏附于微静脉内壁, 呈“河卵石”样改变(图 1e); 大量白细胞和(或)血小板黏附于微静脉壁, 使血流阻力增大(图 1f), 微静脉壁增厚、管腔狭窄(图 1g, h); 白细胞黏附介导血小板、红细胞等进一步黏附, 形成混合性微血栓, 堵塞微血管(图 1i)。治疗组伤后微静脉白细胞贴壁翻滚及贴壁黏附数量少于电伤组。(2) 微动脉: 3 组大鼠伤前及伤后微动脉血流中均未见白细胞滚动或贴壁黏附(图 1a, d)。(3) 毛细血管: 3 组大鼠伤前及伤后毛细血管血流中未见白细胞滚动和贴壁黏附(图 1f)。



注: A 代表微动脉, V 代表微静脉, C 代表毛细血管

图 1 电伤组大鼠肠系膜微血管内白细胞流变行为的变化。a. 伤前微静脉内白细胞顺轴流流动(→), 微动脉内未见白细胞 布氏显微镜 × 4000; b. 伤前微静脉内偶见白细胞快速贴壁滚动(↑) 布氏显微镜 × 8000; c. 伤后 5 min 微静脉内白细胞主要黏附于血管分叉处(→) 布氏显微镜 × 5000; d. 伤后 5 min 微静脉内可见白细胞滚动(→)和贴壁黏附(↑), 微动脉内无此现象 布氏显微镜 × 6000; e. 伤后 1 h 微静脉内大量白细胞黏附呈“河卵石”样改变(↓) 布氏显微镜 × 8000; f. 伤后 2 h 微静脉内白细胞贴壁黏附(↓), 使血管腔狭窄, 毛细血管内未见白细胞 布氏显微镜 × 6000; g. 伤后 4 h 微静脉内白细胞黏附导致管腔狭窄(←) 布氏显微镜 × 7000; h. 伤后 8 h 微静脉内白细胞、血小板黏附使静脉壁增厚, 管腔粗糙和狭窄(→) 布氏显微镜 × 6000; i. 伤后 8 h 微静脉内白细胞、血小板和红细胞黏附聚集, 形成混合性微血栓(→) 布氏显微镜 × 5000

2.2 微静脉白细胞流变行为变化的定量分析

假伤组:伤后各时相点滚动白细胞数、白细胞滚动速度、白细胞黏附数、TLECT 较伤前均无明显改变 (P 值均大于 0.05)。见表 1~4。

电伤组:(1)伤后各时相点滚动白细胞数均明显多于伤前 15 min (P 值均小于 0.05)。伤后 5 min 即明显增多,1 h 有所减少,2~8 h 逐渐回升。(2)伤后各时相点白细胞滚动速度均明显慢于伤前 15 min (P 值均小于 0.05)。伤后 5 min 最慢,1~8 h 呈缓

慢回升。(3)伤后各时相点白细胞黏附数均明显多于伤前 15 min (P 值均小于 0.05)。伤后 5 min 即明显增多,1 h 减少,2~8 h 逐渐回升。(4)伤后各时相点 TLECT 均明显高于伤前 15 min (P 值均小于 0.05)。伤后 5 min 最高,1 h 有所下降,2~8 h 逐渐回升。见表 1~4。

治疗组:伤后各项指标的变化趋势与电伤组基本相同,但变化幅度均低于电伤组 (P 值均小于 0.05)。见表 1~4。

表 1 3 组大鼠微静脉内滚动白细胞数比较(个/min, $\bar{x} \pm s$)

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	15	1.1 ± 0.7	1.1 ± 0.7	1.2 ± 0.9	1.3 ± 0.8	1.3 ± 0.6	1.4 ± 0.7
电伤组	15	1.2 ± 0.7	51.4 ± 3.2 ^{ac}	33.5 ± 2.7 ^{ac}	44.4 ± 2.4 ^{ac}	54.3 ± 2.4 ^{ac}	56.9 ± 3.0 ^{ac}
治疗组	15	1.1 ± 0.8	24.6 ± 1.9 ^{abc}	7.5 ± 0.9 ^{abc}	20.9 ± 1.7 ^{abc}	23.9 ± 1.8 ^{abc}	25.3 ± 2.0 ^{abc}
假伤组 t 值	—	—	0.23	0.43	0.73	1.08	1.26
电伤组 t_1 值	—	0.52	59.28	60.41	66.28	82.49	68.74
电伤组 t_2 值	—	—	59.43	45.36	67.33	82.17	69.29
治疗组 t_1 值	—	0.21	44.99	18.46	41.12	46.55	44.33
治疗组 t_2 值	—	0.17	27.97	35.66	31.18	39.45	33.95
治疗组 t_3 值	—	—	44.23	19.82	41.12	45.05	44.12

注:“—”表示无此统计量值;与假伤组比较,^a $P < 0.05$;与电伤组比较,^b $P < 0.05$;与组内伤前 15 min 比较,^c $P < 0.05$;假伤组 t 值指与组内伤前 15 min 比较;电伤组 t_1 值指与假伤组比较,电伤组 t_2 值指与组内伤前 15 min 比较;治疗组 t_1 值指与假伤组比较,治疗组 t_2 值指与电伤组比较,治疗组 t_3 值指与组内伤前 15 min 比较

表 2 3 组大鼠微静脉内白细胞滚动速度比较($\mu\text{m/s}$, $\bar{x} \pm s$)

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	15	275 ± 13	277 ± 12	278 ± 11	281 ± 12	283 ± 11	279 ± 13
电伤组	15	276 ± 13	90 ± 9 ^{ac}	122 ± 8 ^{ac}	125 ± 9 ^{ac}	133 ± 9 ^{ac}	146 ± 10 ^{ac}
治疗组	15	274 ± 12	175 ± 13 ^{abc}	216 ± 11 ^{abc}	225 ± 13 ^{abc}	223 ± 12 ^{abc}	220 ± 15 ^{abc}
假伤组 t 值	—	—	0.24	0.54	1.13	1.67	0.70
电伤组 t_1 值	—	0.05	47.97	44.40	39.27	40.70	32.28
电伤组 t_2 值	—	—	47.16	40.32	37.73	36.20	32.15
治疗组 t_1 值	—	0.42	21.59	15.38	12.19	14.05	11.20
治疗组 t_2 值	—	0.48	20.55	26.87	24.41	23.58	16.11
治疗组 t_3 值	—	—	21.23	13.80	10.83	11.54	10.51

注:“—”表示无此统计量值;与假伤组比较,^a $P < 0.05$;与电伤组比较,^b $P < 0.05$;与组内伤前 15 min 比较,^c $P < 0.05$;假伤组 t 值指与组内伤前 15 min 比较;电伤组 t_1 值指与假伤组比较,电伤组 t_2 值指与组内伤前 15 min 比较;治疗组 t_1 值指与假伤组比较,治疗组 t_2 值指与电伤组比较,治疗组 t_3 值指与组内伤前 15 min 比较

表 3 3 组大鼠微静脉内白细胞黏附数比较(个, $\bar{x} \pm s$)

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	15	0	0	0.13 ± 0.35	0.07 ± 0.26	0.13 ± 0.35	0.07 ± 0.26
电伤组	15	0	23.27 ± 3.20 ^{ac}	12.93 ± 2.40 ^{ac}	14.80 ± 1.97 ^{ac}	15.47 ± 1.85 ^{ac}	23.40 ± 4.05 ^{ac}
治疗组	15	0	5.80 ± 1.61 ^{abc}	3.73 ± 1.34 ^{abc}	4.13 ± 1.19 ^{abc}	5.60 ± 1.24 ^{abc}	5.73 ± 1.67 ^{abc}
假伤组 t 值	—	—	0	1.44	1.04	1.44	1.04
电伤组 t_1 值	—	0	28.16	20.44	28.71	31.56	22.27
电伤组 t_2 值	—	—	28.16	20.87	29.10	32.39	22.38
治疗组 t_1 值	—	0	13.95	10.07	12.91	16.44	12.97
治疗组 t_2 值	—	0	18.89	12.96	17.96	17.16	15.62
治疗组 t_3 值	—	—	13.95	10.78	13.44	17.49	13.29

注:“—”表示无此统计量值;表中数据指每 100 微米血管长度上的白细胞个数;与假伤组比较,^a $P < 0.05$;与电伤组比较,^b $P < 0.05$;与组内伤前 15 min 比较,^c $P < 0.05$;假伤组 t 值指与组内伤前 15 min 比较;电伤组 t_1 值指与假伤组比较,电伤组 t_2 值指与组内伤前 15 min 比较;治疗组 t_1 值指与假伤组比较,治疗组 t_2 值指与电伤组比较,治疗组 t_3 值指与组内伤前 15 min 比较

表 4 3 组大鼠微静脉内白细胞-内皮细胞接触时间比较 (s/min, $\bar{x} \pm s$)

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	15	0	0	0	0.04 ± 0.14	0.08 ± 0.21	0.09 ± 0.21
电伤组	15	0	14.45 ± 1.99 ^{ac}	7.99 ± 1.26 ^{ac}	9.12 ± 1.26 ^{ac}	9.69 ± 1.14 ^{ac}	14.43 ± 2.50 ^{ac}
治疗组	15	0	3.66 ± 0.96 ^{abc}	2.24 ± 0.81 ^{abc}	2.53 ± 0.77 ^{abc}	3.47 ± 0.81 ^{abc}	3.71 ± 0.90 ^{abc}
假伤组 t 值	—	0	0	1.11	1.48	1.66	
电伤组 t_1 值	0	28.12	24.56	27.74	32.11	22.14	
电伤组 t_2 值	—	28.12	24.56	28.03	32.92	22.36	
治疗组 t_1 值	0	14.77	10.71	12.32	15.69	15.17	
治疗组 t_2 值	0	18.91	14.87	17.28	17.23	15.63	
治疗组 t_3 值	—	14.77	10.71	12.73	16.59	15.97	

注：“—”表示无此统计量值；与假伤组比较，^a $P < 0.05$ ；与电伤组比较，^b $P < 0.05$ ；与组内伤前 15 min 比较，^c $P < 0.05$ ；假伤组 t 值指与组内伤前 15 min 比较；电伤组 t_1 值指与假伤组比较，电伤组 t_2 值指与组内伤前 15 min 比较；治疗组 t_1 值指与假伤组比较，治疗组 t_2 值指与电伤组比较，治疗组 t_3 值指与组内伤前 15 min 比较

3 讨论

高压电烧伤所致微循环障碍经正确治疗，可解除或减轻^[4]。白细胞流变行为异常既可引起微循环血流动力学状态紊乱，又可引起微血管功能下降，是导致微循环障碍的重要原因之一。本实验以肠系膜为微循环观察窗，实现了对高压电烧伤大鼠活体微血管内白细胞流变行为变化的动态观察和定量分析。由于肠系膜微循环连续观察在时间控制上的局限性，以及高压电烧伤大鼠存活时间有限等原因，本实验将微循环观测时相点定为伤后 8 h 内，其结果已能说明电烧伤后微循环变化趋势，且与临床上电烧伤的渐进性损害变化相近。

滚动白细胞数增多及白细胞滚动速度减慢，是高压电对微血管内白细胞流变行为影响的初期表现。虽然这种影响轻于白细胞稳固性黏附，但白细胞缓慢滚动无疑会增加微循环血流阻力，影响灌注，导致微循环障碍。

选择素家族主要在白细胞与血管内皮黏附的初期阶段发挥介导作用，可使白细胞流动减慢，形成滚动。研究显示，热力烧伤和严重创伤患者在伤后即刻及伤后早期可溶性 P 选择素增多，并且在缺血再灌注损伤及深静脉血栓形成过程中均有可溶性 P 选择素的高表达^[5-7]。也有学者检测到严重烧伤患者伤后早期血浆 E 选择素浓度即明显升高^[8]，以及烧伤大鼠休克期前后中性粒细胞 L 选择素均有过量表达^[9]。由此提示滚动白细胞数和白细胞滚动速度异常，与高压电烧伤后选择素家族黏附分子异常表达有关。电烧伤后白细胞黏附数增多，表明高压电对微血管内白细胞流变行为的影响进入了实质性阶段，即稳固性黏附阶段。虽然白细胞与血管内皮的黏附有利于炎症反应过程中白细胞迁移，但大量白细胞黏附可进一步损伤微血管内皮，增加微血管通

透性及血流阻力，降低微血流速度，减少微循环灌流量，重者形成微血栓并堵塞微血管，引起严重的微循环障碍。

整合素家族和免疫球蛋白超家族在白细胞与血管内皮的稳固性黏附过程中发挥重要作用。有研究表明，严重烧伤患者的血清可溶性胞间黏附分子 1 (sICAM-1) 和可溶性血管细胞黏附分子 1 (sVCAM-1) 水平显著高于对照组，死亡组及感染组患者血清中 sICAM-1 和 sVCAM-1 含量均明显高于非死亡组和非感染组患者^[10]。笔者另一与本实验相关的研究显示，高压电烧伤后微静脉内白细胞黏附数与中性粒细胞 CD11b/CD18 表达升高有密切关系，表明 CD11b/CD18 除介导基础状态下的细胞黏附外，更重要的是介导电烧伤后大量中性粒细胞与血管内皮细胞间的黏附^[11]。

TLECT 可全面定量反映白细胞和微血管内皮细胞接触的时间，是评价白细胞在微血管内流变学变化的一个重要指标。本研究中，电伤组大鼠伤后 TLECT 明显延长，表明高压电对微循环内的白细胞流变行为影响极为显著，反映了白细胞与内皮细胞间的黏附程度较重，导致微血管内皮细胞损伤的概率增加。

UTI 是广谱蛋白酶抑制剂，被广泛应用于急性胰腺炎^[12]、创伤、器官移植^[13]、体外循环并发症^[14]的治疗。依据 UTI 能有效抑制炎症反应的特点，本实验观察了 UTI 对电烧伤后微血管内白细胞流变行为的影响。与电伤组大鼠比较，治疗组伤后滚动白细胞数减少、白细胞滚动速度增加、白细胞黏附数量减少、TLECT 缩短，表明 UTI 可抑制高压电烧伤引起的白细胞黏附、提高白细胞的流变性，从而起到改善机体微循环的作用。UTI 发挥上述作用的机制为：机体严重烧伤后 IL-1、IL-6、TNF- α 、血小板活化因子

(PAF)等炎症介质释放增加^[15],且血清丙二醛含量增加,SOD含量减少^[16]。TNF- α 被认为是严重烧伤炎症介质级联式反应的启动因子,它激活中性粒细胞,使中性粒细胞膜上黏附分子表达增加;TNF- α 也可诱导内皮细胞 sICAM-1 表达,从而诱发白细胞在血管壁上黏附。激活的中性粒细胞和内皮细胞又能释放 IL-1、IL-6、IL-8、TNF- α 、巨噬细胞炎症蛋白 1 α 等细胞因子,这些因子又反过来刺激中性粒细胞和内皮细胞,增加其表面黏附分子的表达,促进细胞间黏附^[17]。UTI 能够抑制烧伤后 TNF- α 、IL-1、IL-6、PAF 等炎症介质的产生,并减少丙二醛生成和增加 SOD 含量^[18],从而抑制 sICAM-1、sVCAM-1 分泌及 CD11b/CD18、CD11a/CD18 表达上调,使白细胞和内皮细胞间的黏附概率降低。

总之,经颅高压电烧伤引起微静脉内白细胞流变行为异常,导致微循环障碍。UTI 能抑制微循环内白细胞黏附,改善白细胞流变性,增加机体组织和器官微循环灌流量,对高压电烧伤后微循环障碍的防治具有重要意义。

参考文献

[1] 张庆富,白永强. 高压电烧伤家兔胰腺微循环的变化. 中华烧伤杂志,2009,25(5):368-371.
 [2] 张庆富,张景,张海华. 实验高压电烧伤后肝脏微循环动态变化及意义. 中国微循环,2008,12(2):97-100.
 [3] 张钢,高钰琪,刘福玉. 缺氧对大鼠软脑膜微循环白细胞流变特性的影响. 微循环学杂志,2007,17(4):20-22.
 [4] 张庆富,闫宝勇,周慧敏,等. 高压电烧伤家兔球结膜微循环变化和己酮可可碱干预作用. 中华烧伤杂志,2010,26(3):185-191.
 [5] Weis A, Bohnert M. Expression patterns of adhesion molecules P-selectin, von Willebrand factor and PECAM-1 in lungs: a comparative study in cases of burn shock and hemorrhagic shock. Forensic Sci Int, 2008,175(2/3):102-106.
 [6] Guzmán-de la Garza FJ, Cámara-Lemarroy CR, Alarcón-Galván

G, et al. Different patterns of intestinal response to injury after arterial, venous or arteriovenous occlusion in rats. World J Gastroenterol, 2009,15(31):3901-3907.
 [7] Meier TR, Myers DD Jr, Wroblewski SK, et al. Prophylactic P-selectin inhibition with PS1-421 promotes resolution of venous thrombosis without anticoagulation. Thromb Haemost, 2008, 99(2):343-351.
 [8] 倪俊,刘志国,陈玉林,等. L-选择素介导白细胞-烧伤血清激活的内皮细胞粘附. 中华烧伤杂志,2001,17(4):234-235.
 [9] Rassoul F, Richter V, Kistner C, et al. Soluble cell adhesion molecules and parameters of lipoprotein metabolism in patients with severe burns. West Indian Med J, 2009,58(5):417-421.
 [10] 陈晓东,王顺宾,江琼,等. 严重烧伤患者血清 sICAM-1 和 sVCAM-1水平的变化及与感染的关系. 中国急救医学,2004,24(2):109-111.
 [11] 张庆富,焦保华. 大鼠经颅高压电烧伤后 CD11b/CD18 表达对白细胞黏附的影响及乌司他丁干预作用. 军事医学科学院院刊,2010,34(2):160-163.
 [12] Uemura K, Murakami Y, Hayashidani Y, et al. Randomized clinical trial to assess the efficacy of ulinastatin for postoperative pancreatitis following pancreaticoduodenectomy. J Surg Oncol, 2008,98(5):309-313.
 [13] Pereboom IT, Adelmeijer J, van Leeuwen Y, et al. Development of a severe von Willebrand factor/ADAMTS13 dysbalance during orthotopic liver transplantation. Am J Transplant, 2009,9(5):1189-1196.
 [14] Bingyang J, Jinping L, Mingzheng L, et al. Effects of urinary protease inhibitor on inflammatory response during on-pump coronary revascularisation. Effect of ulinastatin on inflammatory response. J Cardiovasc Surg (Torino), 2007,48(4):497-503.
 [15] Agay D, Andriollo-Sanchez M, Claeysen R, et al. Interleukin-6, TNF-alpha and interleukin-1 beta levels in blood and tissue in severely burned rats. Eur Cytokine Netw, 2008,19(1):1-7.
 [16] Gao C, Huan J, Li W, et al. Protective effects of ulinastatin on pancreatic and renal damage in rats following early scald injury. Burns, 2009,35(4):547-552.
 [17] Gauglitz GC, Song J, Herndon DN, et al. Characterization of the inflammatory response during acute and post-acute phases after severe burn. Shock, 2008,30(5):503-507.
 [18] 胡晓骅,张会英,葛艳玲,等. 乌司他丁对严重烧伤后多脏器功能的保护作用. 中华医学杂志,2005,85(41):2889-2894.

(收稿日期:2010-12-30)

(本文编辑:罗勤)

· 消息 ·

《中华烧伤杂志》征订启事

《中华烧伤杂志》由中国科学技术协会主管、中华医学会主办,是全国烧伤学术界权威刊物。读者对象为从事烧伤、整形和康复的临床医师护士,以及与烧伤医学研究有关的科研人员。烧伤病情复杂、并发症多,涉及许多相关医学科学,既是烧伤也是整个外科的基本问题,特别是创面修复技术,已成为治疗非烧伤领域各类慢性难治性创面的专长。本刊将择优刊登上述内容的临床和实验研究论文,为读者提供新理论、新观点、新经验、新技术、新方法。《中华烧伤杂志》由国内著名烧伤外科及相关学科专家组成编委会,杂志具有科学性、实用性,内容新颖,可读性强。目前《中华烧伤杂志》已被美国《Medline 数据库》、《中国科技论文统计源期刊》、《中国科学引文数据库》(CSCD)等国内外重要检索机构收录,在国内医学期刊中具有较大影响。本刊为双月刊,大 16 开,80 页亚光铜版纸印刷并配彩图,每期 15 元。邮发代号:78-131。欢迎广大作者和读者通过邮局订阅或直接向编辑部邮购。汇款请寄:重庆市沙坪坝区西南医院《中华烧伤杂志》编辑部,邮编:400038。电话:023-68754670-602、65460278,传真:023-65460398。Email:cmashz@mail.tmmu.com.cn,网址:http://www.zhsszz.org。

本刊编辑部