

生理指标变化与 5 km 武装越野训练致重症中暑的关系

李庆华 宋青 孙荣青 吕宏迪 王楠楠 王海伟 秦文齐 胡青 焦运来
闫进 张森林 王晶 李新立

463008 河南驻马店,解放军第一五九医院重症医学科(李庆华、吕宏迪、王楠楠、王海伟、胡青、闫进、张森林、王晶、李新立);100853 北京,解放军总医院重症医学科(宋青);450052 河南郑州,郑州大学第一附属医院重症医学科(孙荣青);463008 河南确山,中部战区陆军 72506 部队卫生队(秦文齐);710600 陕西西安,陕西临潼 71897 部队 83 分队(焦运来)

通讯作者:宋青,Email:songqing3010301@sina.com

DOI: 10.3760/ema.j.issn.2095-4352.2018.07.013

【摘要】 目的 探讨生理指标变化与 5 km 武装越野训练致重症中暑的关系。方法 选择 2016 至 2017 年某特战队参加夏训 5 km 武装越野训练的男性官兵 521 例。所有训练人员均在外界环境温度 $>32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和(或)相对湿度 $>65\%$ 的高温高湿环境中参加 5 km 武装越野训练,根据训练过程中是否发生重症中暑分为两组。对比分析两组训练人员的年龄、兵龄、体质评分、体重指数(BMI)、外界环境(如环境温度、相对湿度、风速、热指数),以及脱离训练 5 min 内动脉血氧饱和度(SaO_2)、体温、脉搏、血压的变化率。采用二分类 Logistic 回归分析筛选出导致重症中暑的危险因素,并采用受试者工作特征曲线(ROC)分析各项危险因素对重症中暑的预测价值。结果 521 例 5 km 武装越野训练人员在训练过程中发生重症中暑 29 例,发生率 5.57%;发生重症中暑与未发生重症中暑人员年龄、兵龄、体质评分、BMI 等一般情况以及 5 km 武装越野训练所处外界环境等比较差异均无统计学意义。与未发生重症中暑人员比较,重症中暑人员脱离训练 5 min 内体温、脉搏、血压降变率及 SaO_2 升高率均显著降低[体温降变率:(0.67 ± 0.30)% 比 (1.43 ± 1.28)%,脉搏降变率:(7.53 ± 5.21)% 比 (13.48 ± 8.07)%,血压降变率:(9.28 ± 6.84)% 比 (19.42 ± 7.73)%, SaO_2 升高率:(0.51 ± 0.39)% 比 (1.50 ± 1.43)%,均 $P < 0.01$]。二分类 Logistic 回归分析显示,体温降变率[优势比(OR)=0.485, 95% 可信区间(95% CI)=0.289 ~ 0.817]、脉搏降变率($OR=0.903$, 95% $CI=0.845 \sim 0.965$)、血压降变率($OR=0.841$, 95% $CI=0.790 \sim 0.896$)、 SaO_2 升高率($OR=0.421$, 95% $CI=0.250 \sim 0.711$)是 5 km 武装越野训练过程中发生重症中暑的危险因素(均 $P < 0.01$)。ROC 曲线分析显示,体温降变率[ROC 曲线下面积(AUC)=0.659, 95% $CI=0.604 \sim 0.714$]、脉搏降变率(AUC=0.730, 95% $CI=0.762 \sim 0.900$)、血压降变率(AUC=0.831, 95% $CI=0.659 \sim 0.801$)、 SaO_2 升高率(AUC=0.711, 95% $CI=0.655 \sim 0.767$)均可用于预测 5 km 武装越野训练过程中重症中暑的发生(均 $P < 0.01$),且具有同等的预测价值。结论 在同等条件下,5 km 武装越野训练人员脱离训练 5 min 内体温、脉搏、血压降变率及 SaO_2 升高率是发生重症中暑的危险因素,且对重症中暑具有同等的预测价值。

【关键词】 5 km 武装越野训练; 男性; 重症中暑; 体温; 脉搏; 血压; 动脉血氧饱和度

基金项目: 济南军区后勤科研计划项目(JN11L047); 国家临床重点专科建设项目(2011-873)

Relationship between physiological parameters changes and severe heatstroke induced by 5-km armed cross-country training Li Qinghua, Song Qing, Sun Rongqing, Lyu Hongdi, Wang Nannan, Wang Haiwei, Qin Wenqi, Hu Qing, Jiao Yunlai, Yan Jin, Zhang Senlin, Wang Jing, Li Xinli

Department of Intensive Care Unit, the 159th Hospital of PLA, Zhumadian 463008, Henan, China (Li QH, Lyu HD, Wang NN, Wang HW, Hu Q, Yan J, Zhang SL, Wang J, Li XL); Department of Intensive Care Unit, General Hospital of the Liberation Army, Beijing 100853, China (Song Q); Department of Intensive Care Unit, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, Henan, China (Sun RQ); 72506 Army Health Team of Central War Zone, Queshan 463008, Henan, China (Qin WQ); 83th Team of Shaanxi Lintong 71897 Army, Xi'an 710600, Shaanxi, China (Jiao YL)

Corresponding author: Song Qing, Email: songqing3010301@sina.com

【Abstract】 Objective To explore the relationship between physiological parameters changes and severe heatstroke induced by 5-km armed cross-country training. **Methods** A total of 521 male officers and soldiers from a special team who participated in the summer training of 5-km armed cross-country training from year 2016 to 2017 were enrolled. All trainees participated in 5-km armed cross-country training in high temperature and humidity environment of ambient temperature $> 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ and (or) relative humidity $> 65\%$. The trainees were divided into two groups according to the incidence of severe heatstroke in the course of training. The age, enlistment time, constitution score, body mass index (BMI), external environment (ambient temperature, relative humidity, wind speed, heat index) of

trainees of the two groups, and the change rates of arterial blood oxygen saturation (SaO₂), body temperature, pulse and blood pressure within 5 minutes after the 5-km armed cross-country training were compared between the two groups. The risk factors of severe heatstroke were screened by two classified Logistic regression analysis, and the predictive value of various risk factors of severe heatstroke was analyzed by the receiver operator characteristic curve (ROC). **Results** In 521 trainees of 5-km armed cross-country training, 29 trainees suffered from severe heatstroke accounting for 5.57%. There was no significant difference in the age, enlistment time, constitution score, BMI, or external environment during 5-km armed cross-country training between severe heatstroke group and non-severe heatstroke group. Compared with those without severe heatstroke, the descending rates of body temperature, pulse, blood pressure and SaO₂ increased rate within 5 minutes after 5-km armed cross-country training of severe heatstroke trainees were significantly decreased [temperature descending rate: (0.67 ± 0.30)% vs. (1.43 ± 1.28)%, pulse descending rate: (7.53 ± 5.21)% vs. (13.48 ± 8.07)%, blood pressure descending rate: (9.28 ± 6.84)% vs. (19.42 ± 7.73)%, SaO₂ increased rate: (0.51 ± 0.39)% vs. (1.50 ± 1.43)%, all $P < 0.01$]. Two classification Logistic regression analysis showed that the temperature descending rate [odds ratio (OR) = 0.485, 95% confidence interval (95%CI) = 0.289–0.817], pulse descending rate (OR = 0.903, 95%CI = 0.845–0.965), blood pressure descending rate (OR = 0.841, 95%CI = 0.790–0.896), and SaO₂ increased rate (OR = 0.421, 95%CI = 0.250–0.711) were the risk factors for severe heatstroke during 5-km armed cross-country training (all $P < 0.01$). ROC curve analysis showed that temperature descending rate [area under ROC curve (AUC) = 0.659, 95%CI = 0.604–0.714], pulse descending rate (AUC = 0.730, 95%CI = 0.762–0.900), blood pressure descending rate (AUC = 0.831, 95%CI = 0.659–0.801), SaO₂ increased rate (AUC = 0.711, 95%CI = 0.655–0.767) could be used for the incidence of severe heatstroke prediction during 5-km armed cross-country training (all $P < 0.01$), and the predicted value was the same. **Conclusions** Under the same conditions, the severe heatstroke during 5-km cross-country training is closely related to the descending rates of body temperature, pulse, and blood pressure as well as SaO₂ increased rate within 5 minutes after the training, whose predictive values for severe heatstroke were the same.

【Key words】 5-km armed cross-country training; Male; Severe heatstroke; Body temperature; Pulse; Blood pressure; Arterial blood oxygen saturation

Fund program: Logistics Planning Project of Jinan Military Region (JN11L047); National Clinical Key Specialty Construction Project of China (2011–873)

中暑是指在高温和热辐射的长时间作用下,机体体温调节障碍,水、电解质代谢紊乱及神经系统功能损害症状的总称,其病因可归纳为环境因素、个体差异及遗传因素等^[1]。重症中暑已成为军事训练和作战中造成非战斗减员的重要因素。目前热射病危险因素研究还处于探索阶段,且调研资料尚未完善。我们对2016至2017年某特战队所有参加夏训5 km武装越野训练人员的生理指标变化与重症中暑的关系进行调查分析,为重症中暑的防治提供理论依据。

1 对象和方法

1.1 研究对象:选择2016至2017年某特战队参加夏训5 km武装越野训练的官兵521例,均为男性;年龄17~33岁,平均(21.84 ± 9.35)岁。

1.1.1 纳入标准:①在高温、高湿的环境中[环境温度 > 32 °C和(或)相对湿度 > 65%]参加5 km武装越野训练;②5 km武装越野训练前无发热、腹泻、睡眠不足、低血钾等症状,既往心、肝、肾功能正常,无免疫功能缺陷;③5 km武装越野训练前未进行过任何程度的热习服训练。

1.1.2 排除标准:①年龄 > 50岁;②近1个月内应用过影响生理指标的药物;③存在影响生理指标的疾病。

1.1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,经医

院伦理委员会批准(审批号:20150016),所有入选者均签署知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 分组:所有入选者均按照武装越野要求着装,备等量饮用水。为确保能够及时测量生理指标,采用计算机生成随机数字并产生分配序号进行分组,试验过程中要求分配隐藏,测试时5~7例一组,每隔5 min放行一组。共进行3次5 km武装越野训练,每次间隔1周,选择相同的越野路线。

1.2.2 观察指标及方法

1.2.2.1 一般资料:所有入选者均于5 km武装越野训练前2周进行年龄、兵龄登记和体质测量。按照《国家学生体质健康标准》^[2]中的测试方法进行各项体质指标测试,包括50 m跑、1000 m跑、立定跳远、坐位体前屈;采用常用仪器测量肺活量。50 m跑、1000 m跑、立定跳远、坐位体前屈、肺活量等评分参照《国家学生体质健康标准》中大学三、四年级标准,5项评分总和的平均值即为体质评分。

1.2.2.2 环境因素指标检测:虽然整体训练条件要求环境温度 > 32 °C和(或)相对湿度 > 65%,但由于测试时为5~7例一组,每隔5 min放行一组,共进行3次训练,且每天每个时间段的环境温度、相对湿度、风速均可能变化,所以每组训练前均进行环境温度、相对湿度、风速的测定,并计算热指数。

$$\begin{aligned} \text{热指数} = & 42.40 + 2.04901523 \times \text{TEMP} + 10.14333127 \times \text{RH} - \\ & 0.22475541 \times \text{TEMP} \times \text{RH} - 0.00683783 \times \\ & \text{TEMP}^2 - 0.05481717 \times \text{RH}^2 + 0.00122874 \times \\ & \text{TEMP}^2 \times \text{RH} + 0.00085282 \times \text{TEMP} \times \text{RH}^2 - \\ & 0.00000199 \times \text{TEMP}^2 \times \text{RH}^2 \end{aligned}$$

式中, TEMP 为环境温度, RH 为相对湿度。

1.2.2.3 生理指标检测: 分别于训练前、训练结束即刻和脱离训练 5 min 时对训练人员进行体温、脉搏、血压、动脉血氧饱和度(SaO₂)测定。所有测试项目均在一个夏训期间进行,每项指标测 3 次,取均值。根据公式计算体重指数(BMI)以及体温、脉搏、血压(收缩压, SBP)降变率(不降甚至升高者为 0)和 SaO₂ 升高率(不升甚至降低者为 0)。

$$\text{体温、脉搏、血压降变率} = (\text{训练结束即刻检测值} - \text{脱离训练 5 min 检测值}) / \text{训练结束即刻检测值} \times 100\%$$

$$\text{SaO}_2 \text{ 升高率} = (\text{脱离训练 5 min SaO}_2 - \text{训练结束即刻 SaO}_2) / \text{脱离训练 5 min SaO}_2 \times 100\%$$

1.2.2.4 重症中暑的诊断: 观察 5 km 武装越野训练期间重症中暑的发生情况,并根据重症中暑的发生情况将训练人员分为两组。重症中暑的诊断参照《职业性中暑诊断标准》^[3]中重症中暑的临床诊断标准:①在温度较高的环境下骤然起病,核心体温 > 40℃;②疾病早期伴出汗,随后可无汗;③伴不同程度意识障碍等。

1.3 统计学处理: 采用 SPSS 20.0 软件分析数据。计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验。重症中暑危险因素分析采用二分类 Logistic 回归分析, $\alpha = 0.05$ 。绘制受试者工作特征曲线(ROC),分析各项生理指标变化率对重症中暑的预测价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况(表 1): 521 例 5 km 武装越野训练人员在训练过程中发生重症中暑 29 例,发生率 5.57%。未发生重症中暑与发生重症中暑人员年龄、兵龄、体质评分、BMI 等一般情况比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

表 1 5 km 武装越野训练过程中是否发生重症中暑两组训练人员一般情况比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数(例)	年龄(岁)	兵龄(年)	体质评分(分)	体重指数(kg/m ²)
非重症中暑组	492	21.45 ± 3.10	3.19 ± 2.83	83.15 ± 7.57	21.62 ± 3.20
重症中暑组	29	21.68 ± 2.89	3.07 ± 2.67	82.52 ± 6.95	22.41 ± 2.69
<i>t</i> 值		0.437	0.226	0.478	1.533
<i>P</i> 值		0.665	0.822	0.636	0.135

2.2 环境因素(表 2): 发生重症中暑与未发生重症中暑训练人员 5 km 武装越野训练过程中所处外界环境如温度、相对湿度、风速、热指数等比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

表 2 5 km 武装越野训练过程中是否发生重症中暑两组训练人员外界环境因素比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数(例)	温度(℃)	相对湿度(%)	风速(级)	热指数
非重症中暑组	492	34.23 ± 1.33	68.98 ± 4.44	2.35 ± 0.48	43.76 ± 4.63
重症中暑组	29	34.48 ± 1.45	69.85 ± 4.24	2.48 ± 0.51	44.34 ± 5.66
<i>t</i> 值		0.915	1.066	1.333	0.546
<i>P</i> 值		0.367	0.294	0.192	0.589

2.3 生理指标(表 3): 与 5 km 武装越野训练过程中未发生重症中暑人员比较,重症中暑人员脱离训练 5 min 时体温、脉搏、血压降变率及 SaO₂ 升高率均显著降低(均 $P < 0.01$)。

表 3 5 km 武装越野训练过程中是否发生重症中暑两组训练人员生理指标变化率比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数(例)	体温降变率(%)	脉搏降变率(%)	血压降变率(%)	SaO ₂ 升高率(%)
非重症中暑组	492	1.43 ± 1.28	13.48 ± 8.07	19.42 ± 7.73	1.50 ± 1.43
重症中暑组	29	0.67 ± 0.30	7.53 ± 5.21	9.28 ± 6.84	0.51 ± 0.39
<i>t</i> 值		3.205	3.916	7.702	3.711
<i>P</i> 值		0.001	0.000	0.000	0.000

注: SaO₂ 为动脉血氧饱和度

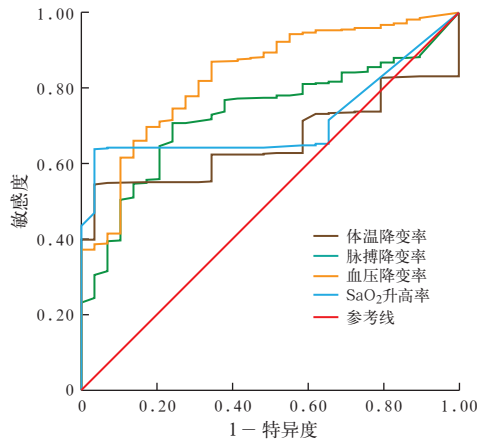
2.4 二分类 Logistic 回归分析(表 4): 以是否发生重症中暑(是=1,否=0)作为因变量,体温、脉搏、血压降变率及 SaO₂ 升高率作为自变量,进行二分类 Logistic 回归分析,纳入标准为 $P < 0.05$,排除标准为 $P > 0.10$ 。结果显示,体温、脉搏、血压降变率及 SaO₂ 升高率均是 5 km 武装越野训练过程中发生重症中暑的危险因素(均 $P < 0.01$)。

表 4 5 km 武装越野训练过程中发生重症中暑危险因素的 二分类 Logistic 回归分析

危险因素	β 值	<i>s_e</i>	χ^2 值	<i>P</i> 值	OR 值	95%CI
体温降变率	0.732	0.265	7.419	0.006	0.485	0.289 ~ 0.817
脉搏降变率	0.102	0.034	9.104	0.003	0.903	0.845 ~ 0.965
血压降变率	0.173	0.032	28.054	0.000	0.841	0.790 ~ 0.896
SaO ₂ 升高率	0.865	0.267	10.487	0.001	0.421	0.250 ~ 0.711

注: SaO₂ 为动脉血氧饱和度, OR 为优势比, 95%CI 为 95% 可信区间

2.5 ROC 曲线分析(图 1; 表 5): 各项生理指标的变化率预测重症中暑的 ROC 曲线下面积(AUC)均 > 0.05,且 95% 可信区间(95%CI)基本重叠,表明作为重症中暑危险因素的体温、脉搏、血压降变率及 SaO₂ 升高率的预测价值均等。



注：ROC 曲线为受试者工作特征曲线，SaO₂ 为动脉血氧饱和度

图 1 5 km 武装越野训练人员生理指标变化率预测重症中暑的 ROC 曲线

表 5 各项生理指标变化率对 5 km 武装越野训练过程中发生重症中暑的预测价值

生理指标变化率	AUC	95%CI	P 值	截断值
体温降变率	0.659	0.604 ~ 0.714	0.004	1.04
脉搏降变率	0.730	0.762 ~ 0.900	0.000	12.84
血压降变率	0.831	0.659 ~ 0.801	0.000	10.33
SaO ₂ 升高率	0.711	0.655 ~ 0.767	0.000	0.99

生理指标变化率	敏感度 (%)	特异度 (%)	阳性预测值 (%)	阴性预测值 (%)
体温降变率	54.47	96.55	48.22	97.29
脉搏降变率	55.69	82.76	16.00	96.94
血压降变率	86.99	65.52	12.95	98.84
SaO ₂ 升高率	63.82	96.55	52.18	97.84

注：SaO₂ 为动脉血氧饱和度，AUC 为受试者工作特征曲线下面积，95%CI 为 95% 可信区间

3 讨论

重症中暑发病急骤，临床过程凶险，以高热、无汗、意识障碍为主要表现，若累及心、肝、肾、脾、肠、血管、凝血系统和骨骼肌等可出现多系统 / 器官功能障碍。导致中暑的原因除湿热环境、强烈日光照射、超负荷运动因素外，还包括睡眠剥夺、肥胖、身体不适、缺少热习服等^[4-5]。5 km 武装越野训练是大运动量等级体能训练科目，要求负重 4.5 kg，在规定时间内完成该科目。整个训练过程中有相当一部分时间处于乏氧运动，训练中心率 (HR) 增快，当 HR > 180 次 / min 时，心排血量下降，机体供氧能力降低，导致机体组织缺血缺氧。越野训练时，双足底频繁拍打地面，导致经过足底血管的红细胞受到机械性损伤，使其携氧能力降低，加之呼吸急促，肺组织有效氧交换下降，可进一步加重机体组织缺血缺氧。同时，高强度训练可诱导氧化应激反应，氧化损伤导致红细胞变形能力 (EI) 显著下降，使红细胞在微循环的转运受到限制，导致组织缺血缺

氧^[6]。缺血缺氧、肥大的脂肪细胞释放化学诱导物，引起巨噬细胞、T 淋巴细胞的聚集和活化，从而释放大量的炎症因子，如 γ -干扰素 (IFN- γ)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素-6 (IL-6) 等，导致机体血清 IFN- γ 、TNF- α 、IL-6 含量升高，高水平的 TNF- α 、IL-6 等炎症因子进一步启动失控性全身炎症反应^[7]；高温产生的细胞高代谢、缺氧等一系列因素造成血管内皮细胞损伤，使血管内皮细胞表面暴露，导致凝血酶原时间 (PT)、活化部分凝血活酶时间 (APTT) 延长，血小板减少，引起凝血功能异常，进一步加剧炎症反应，形成恶性循环，导致死亡^[8]。高强度训练和高温环境均能导致体温增高，机体的产热超过散热时，体温就会上升，引起细胞损伤，甚至导致多器官功能障碍。机体适应性、缺氧耐受能力越低，上述反应程度就越明显，重症中暑的发生率也就越高。

缺氧刺激交感神经兴奋增加，儿茶酚胺类物质大量释放，外周血管收缩，外周阻力增加，后负荷增加，同时心肌收缩力增加，共同导致血压明显升高，尤以 SBP 为著。血压过度升高可激活炎症反应系统，重症中暑的发生率明显增加。体温升高可导致机体代谢率增加，意味着机体耗氧量增加，呈高代谢状态，且外源性营养物质不能阻止其自身消耗，机体组织缺血缺氧相对增加；体温升高还可以导致炎症细胞浸润和激活程度明显增加，免疫应答过程更加强烈^[9]，IFN- γ 、TNF- α 、IL-6 等炎症因子释放更加明显，重症中暑的发生率也相对增加。HR、血压、SaO₂ 是评价机体缺氧程度的重要指标^[10]，体温的高低直接反映炎症细胞浸润和激活的程度，体温、HR、血压、SaO₂ 的变化率直接体现机体自我修复能力。本研究结果显示，在排除温度、相对湿度、风速、热指数、年龄、兵龄、体质、BMI、睡眠剥夺、身体不适等重症中暑诱发因素外，5 km 武装越野训练过程中发生重症中暑人员较未发生重症中暑人员脱离训练 5 min 内体温、脉搏、血压降变率及 SaO₂ 升高率均明显降低。说明 5 km 武装越野训练结束 5 min 内体温、脉搏、血压降变率及 SaO₂ 升高率越低，机体对高温环境及高强度训练的适应能力就越低，抗缺氧反应程度 (自我修复能力) 亦明显降低，机体组织缺血缺氧程度则相对增加。上述各种反应程度越强烈，重症中暑的发生率就越高，反之越低。同时，体温降变率越低，机体调节中枢对体温的调节作用 (自我修复能力) 越低，体温升高的可能性就越高，反

之越低。二分类 Logistic 回归分析显示,体温、脉搏、血压降变率及 SaO₂ 升高率均为重症中暑的危险因素。对生理指标变化率进行 ROC 曲线分析提示,体温、脉搏、血压降变率及 SaO₂ 升高率对判断重症中暑的发生均有预测价值,且预测价值同等。

综上所述,在同等条件下,体温、脉搏、血压降变率及 SaO₂ 升高率与 5 km 武装越野训练致重症中暑密切相关。监测 5 km 武装越野训练人员体温、脉搏、血压降变率及 SaO₂ 升高率,可为针对重症中暑采取合理的预防措施提供理论依据。

参考文献

- [1] 王洪萍, 莎宁, 秦秀菊, 等. 热射病的发病学特点及流行病学进展 [J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27 (8): 702-704. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.08.018.
Wang HP, Sha N, Qin XJ, et al. Progress of characteristics of pathogenesis and epidemiology in heatstroke [J]. Chin Crit Care Med, 2015, 27 (8): 702-704. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.08.018.
- [2] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《国家学生体质健康标准(2014年修订)》的通知[EB/OL]. (2014-07-07)[2017-11-08]. http://www.moe.gov.cn/s78/A17/twys_left/moe_938/moe_792/s3273/201407/t20140708_171692.html.
Ministry of Education of the People's Republic of China. Notice of the Ministry of Education on issuing the *National standard for physical health of students (revised in 2014)* [EB/OL]. (2004-07-07)[2017-11-08]. http://www.moe.gov.cn/s78/A17/twys_left/moe_938/moe_792/s3273/201407/t20140708_171692.html.
- [3] 中华人民共和国卫生部. GBZ41-2002 职业性中暑诊断标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
Ministry of Health of the People's Republic of China. GBZ41-2002 Diagnostic criteria of occupational heat illness [S]. Beijing: China Standard Press, 2002.
- [4] 王利华, 林淑瑜, 黄阳. 驻南方某部夏季野战训练官兵中暑情况调查及防治[J]. 人民军医, 2013, 56 (4): 416-417.
Wang LH, Lin SY, Huang Y. Investigation and prevention of heat stroke in field training officers and soldiers stationed in the south in summer [J]. People Mil Surg, 2013, 56 (4): 416-417.
- [5] 黄江燕, 董力, 邹贵勉, 等. 南战区军事训练中中暑因素的研究[J]. 华南国防医学杂志, 2014, 28 (7): 697-698.
Huang JY, Dong L, Zou GM, et al. Study on the factors of heat stroke in the military training of the Southern War Zone [J]. Mil Med J South China, 2014, 28 (7): 697-698.
- [6] 熊延连, 熊艳蕾, 李遥金, 等. 大鼠力竭运动诱导的氧化应激损伤对红细胞变形性的影响[J]. 中国应用生理学杂志, 2014, 30 (4): 289-293. DOI: 10.13459/j.cnki.cjap.2014.04.001.
Xiong YL, Xiong YL, Li YJ, et al. Effects of exhaustive exercise-induced oxidative stress on red blood cell deformability [J]. Chin J Appl Physiol, 2014, 30 (4): 289-293. DOI: 10.13459/j.cnki.cjap.2014.04.001.
- [7] 陈荣琳, 曹枫, 符少平, 等. CD200 预处理对重症中暑大鼠炎症反应的影响[J]. 临床急诊杂志, 2017, 18 (5): 333-337.
Chen RL, Cao F, Fu SP, et al. Effect of CD200 pretreatment on inflammatory response in severe heatstroke rats [J]. J Clin Emerg, 2017, 18 (5): 333-337.
- [8] 潘志国, 邵玉, 刘亚楠, 等. 重症中暑患者入院早期凝血功能指标与预后的关系[J]. 中华危重病急救医学, 2013, 25 (12): 725-728. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2013.12.007.
Pan ZG, Shao Y, Liu YN, et al. Relationship between early coagulability parameters at admission and outcome in patients with severe heatstroke [J]. Chin Crit Care Med, 2013, 25 (12): 725-728. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2013.12.007.
- [9] 卢海松. 体温变化对劳力性热射病 MODS 的影响[J]. 中国医药指南, 2012, 10 (12): 624. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8194.2012.12.487.
Lu HS. Effect of temperature change on MODS induced by exertional heatstroke [J]. Guide China Med, 2012, 10 (12): 624. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8194.2012.12.487.
- [10] 陈用贵, 李东文, 吕阳, 等. 东北某野战医疗队高原驻训生理指标变化动态研究[J]. 临床军医杂志, 2016, 44 (3): 295-297. DOI: 10.16680/j.1671-3826.2016.03.19.
Chen YG, Li DW, Lyu Y, et al. A dynamic study of plateau physiological index changes of northeast field medical team [J]. Clin J Med Officer, 2016, 44 (3): 295-297. DOI: 10.16680/j.1671-3826.2016.03.19.

(收稿日期: 2018-04-08)