文章编号:1000-5404(2005)09-0809-04

论著

高原高寒战时环境猪肢体枪弹伤后T-AOC、SOD、MDA的特点变化及意义

殷作明[1],胡德耀[1],李素芝[2],叶 峰[2],石权贵[2],宋 俊[2],刘良明[1],杨志焕[1],陈永龙[2],刘 安[2] ([1]第三军医大学大坪医院野战外科研究所第二研究室,创伤、烧伤与复合伤国家重点实验室,重庆 400042; [2]西藏军区总医院骨科,拉萨 850003)

提 要: 目的 探讨高原高寒环境下平战时肢体火器伤后血浆及伤道组织中总抗氧化能力(T-AOC)、超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)含量变化的规律。**方法** 将24头实验猪随机分为高原战时致伤组(GZ)、高原平时致伤组(GP)和平原平时致伤组(PP),每组8头,在不同环境下致伤;分别于伤前、伤后不同时相点采集中静脉血和伤道肌肉组织定量测定T-AOC、SOD、MDA。**结果** ①平原平时组血浆和伤道组织内T-AOC伤后均持续下降,在伤后1~2 d降至最低点,此后逐渐上升;SOD、MDA均在伤后30 min~2 h即有升高,至6 h时达最高点,此后逐渐下降,组织中3 d恢复到较低水平,血浆中5 d恢复至正常水平。②高原平时组血浆和伤道组织内T-AOC、SOD、MDA变化规律与平原平时组相似,但变化的幅度大、持续的时间长。③高原战时组与高原平时组相比,血浆和伤道组织内T-AOC在伤前即有显著降低,SOD、MDA显著增高,伤后各指标升高或降低的程度、持续时间均显著高于高原平时组,峰值出现的时间也有所提前。**结论** 高原高寒战时环境猪肢体枪弹伤后全身和局部伤道组织的损伤程度重于高原平时组,而高原平时组的损伤又重于平原平时组。

关键词: 高海拔;高寒;战争环境;枪弹伤;总抗氧化能力;超氧化物歧化酶;丙二醛
中图法分类号: R339.54; R658.02; R826.5 **文献标识码**: A

Dynamic changes of T-AOC, SOD, MDA in plasma and skeletal muscle of wound track after gunshot wound in pig limbs in high altitude, high cold and war environment

YIN Zuo-ming[1], HU De-yao[1], LI Su-zhi[2], YE Feng[2], SHI Quan-gui[2], SONG Jun[2], LIU Liang-ming[1], YANG Zhi-huan[1], CHEN Yong-long[2], LIU An[2] ([1]State Key Laboratory of Trauma, Burns and Combined Injury, Department 2, Institute of Surgery Research, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042; [2]Department of Orthopaedics, The General Hospital of Tibet Military Command Area, Lhasa 850003, China)

Abstract: Objective To investigate the changes of T-AOC, SOD and MDA content in plasma and skeletal muscle of wound track after gunshot wound in pig limbs in high altitude, high cold and war environment. **Methods** Twenty-four pigs were divided into three groups: normal environment group (PP, $n = 8$), high altitude and cold environment group (GP, $n = 8$), and high altitude, high cold and war environment group (GZ, $n = 8$). Gunshot wound in the posterior limbs was induced in different environments. The content of T-AOC, SOD and MDA in the plasma and muscular tissues in the wound track were measured at different time points after injury. **Results** In PP group, the content of T-AOC in the plasma and muscular tissues reduced in 2 h after injury, reached the minimum at day 1 to 2, and gradually rose. SOD and MDA rose in 30 min to 2 h, reached the peak at 6 h, and gradually reduced, and finally reached the normal level of the muscular tissues in 3 d and the plasma in 5 d. In GP group, the same dynamic changes of T-AOC, SOD and MDA content in plasma and skeletal muscle of wound track after gunshot wound as PP group, but changes were larger and lasted longer than that of PP group. In GZ group, the content of T-AOC in the plasma and muscular tissues had a big decline before injury, but SOD and MDA had a big rose. Changes was larger and lasted longer and the peak appeared earlier than that of GP group. **Conclusion** The degrees of injury after gunshot wound in pig limbs in high altitude, high cold and war environment were severer than that in high altitude and cold environment and in normal environment.

Key words: high altitude; high cold; war; gunshot wounds; T-AOC; SOD; MDA

基金项目:全军"十五"指令性课题(01L008)
Supported by the Mandatory Scientific Research Project of the "Tenth Five-Year Plan" of PLA (01L008)

作者简介:殷作明(1967-),男,江苏省淮安市人,博士研究生,副主任医师,主要从事高原战创伤方面的研究,现在西藏军区总医院骨科。发表论文27篇。电话:(0891)6253147
通讯作者:胡德耀,电话:(023)68757522

收稿日期:2005-03-11;**修回日期**:2005-04-01

低海拔地区平时火器伤后伤道组织 MDA、SOD 的研究国内外曾有报道[1]，张旭辉等[2]还对高温高湿环境下平时火器伤后伤道组织中 MDA、SOD 含量进行测定，但关于高原平时火器伤和高原高寒地区战时环境下火器伤伤道组织细胞和全身损伤情况目前国内外均少有报道。本实验在高原高寒环境现场，模拟战时因素，以猪肢体火器伤为实验模型，动态观察高原高寒平时、战时环境枪弹伤后血浆和伤道骨骼肌匀浆液中的 T-AOC、SOD、MDA 含量的变化，了解高原高寒环境火器伤后全身与局部损伤情况，为这一特殊环境下肢体战伤的救治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 动物及分组

实验小型猪 24 只，体质量 15～25 kg，均为雌性，第三军医大学实验动物中心提供。随机分为 3 组。①高原战时致伤组(GZ)：平原小型猪 8 只，急进高原后(从海拔 351 m 地面不停留到达 3 670 m 高海拔地区)，在过度劳累(每隔 1 小时奔跑 5 min)、饥饿(每日 2 餐)、寒冷(－18～5 ℃)和应激(以鞭炮等每 2 小时惊吓 1 min)等环境下模拟战时因素 72 h 然后致伤实验，致伤后与高原平时组饲养条件相同；②高原平时致伤对照组(GP)：平原小型猪(仔猪)8 只，急进高原后(从海拔 351 m 由地面不停留到达 3 670 m 高海拔地区)正常饲养条件(海拔 3 670 m，气温－5～10 ℃，每日 3 餐，休息)适应 8 周后进行致伤实验；③平原平时致伤对照组(PP)：平原小型猪 8 只，在海拔 351 m，温度 16～22 ℃的环境下致伤。除环境因素和战时因素外，其余饲养条件均与前两组相同。

1.2 实验模型

清醒猪仰卧位悬吊固定于射击架上，用标准实验枪(7.62 mm 钢心弹丸重 7.90 g，长度 32.3 mm)距猪肢体 20 m 处致伤双后肢肌肉丰满处，平原撞击组织子弹速度为(660.54 ± 14.22) m/s、高原撞击组织子弹速度为(701.43 ± 2.98) m/s，避开骨骼和大血管，伤后不清创、立即包扎创面。

1.3 实验时相点

分别于伤前、伤后 2、6、12、24、48、72、120 h 取伤道入口内距伤道内壁 0.5～1.5 cm 伤道周围肌肉组织 0.3～0.5 g 于－80 ℃低温冰箱保存备测 T-AOC、SOD、MDA。于伤前、伤后 30 min、2、6、12 h、1、2、3、5、7、10 d 采耳缘静脉血测定 T-AOC、SOD、MDA。

1.4 指标检测

MDA 定量测定采用 TBA 法，SOD 定量测定采用羟胺法，T-AOC 测定采用比色法，试剂盒由中国江苏南京建成生物工程研究所提供，按说明书进行测定；组织提取液的蛋白定量采用考马斯亮蓝法。

取待测组织 0.2 g，剪碎后移至玻璃匀浆器中并加入 5 ml/g 组织的预冷分离介质(含 0.25 mol/L 蔗糖，pH 7.4 Tris HCl 缓冲液，均为当日配制)，置于冰水浴盒中进行上下匀浆器 10 次，取悬浮液于相差显微镜下观察细胞破裂程度，要求至少 95% 的骨骼肌细胞破裂，3 000 r/min 离心 30 min 制备组织提取液，－20 ℃ 保存待测。

1.5 统计学处理

数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，采用 SPSS(Ver11.0)统计分析软件行 t 检验。

2 结果

2.1 猪肢体枪弹伤对伤道肌肉组织内 T-AOC、SOD、MDA 含量的影响

2.1.1 猪肢体枪弹伤对伤道内肌肉组织内 T-AOC 含量的影响

3 组致伤后 T-AOC 含量均持续降低，在伤后 2 d 出现一个明显的低点，此后逐渐上升；高原战时组伤前就显著低于另两组，伤后降低的幅度最大，最低点仅为高原平时组最低点的 52%，是平原平时组最低点的 36%，至伤后 5 d 仍低于其它两组(表 1)。

2.1.2 猪肢体枪弹伤对伤道内肌肉组织内 SOD 含量的影响

平原平时组 SOD 含量在伤后 6 h 有轻度增高，其余时相点基本正常；高原平时组伤后较伤前显著降低，最低点在 2、5 d 基本恢复正常；高原战时组伤前即显著低于其它组，伤后最低点在 12 h，其降低程度较其它两组低(表 1)。

表 1 伤后伤道骨骼肌内 T-AOC、SOD、MDA 的含量变化 ($n=8$, $\bar{x} \pm s$)

Tab 1 Changes of T-AOC, SOD, MDA content in skeletal muscle of wound track after gunshot wound ($n=8$, $\bar{x} \pm s$)

Group	Baseline	After gunshot wound						
		2 h	6 h	12 h	1 d	2 d	3 d	5 d
T-AOC (U/mg)								
GZ	0.84±0.10$^{\#\#**}$	0.83±0.07$^{\#**}$	0.96±0.22	0.93±0.18	0.63±0.11$^{\#\#}$	0.32±0.2$^{\#**}$	0.80±0.31	0.88±0.45
GP	1.34±0.17	1.09±0.19*	1.01±0.11	0.94±0.15*	0.87±0.05	0.64±0.15*	0.91±0.23	1.05±0.45
PP	1.40±0.26	1.34±0.12	1.15±0.58	0.97±0.20	0.91±0.23	0.89±0.16	0.93±0.09	1.10±0.26
SOD (NU/mg)								
GZ	13.3±2.4$^{\#\#**}$	15.5±3.7*	13.0±1.3$^{\#\#**}$	11.9±1.5$^{\#\#**}$	12.6±1.5$^{\#\#**}$	12.8±1.3**	13.9±2.8**	17.3±4.9
GP	21.7±5.1	16.6±1.8*	15.2±1.0**	18.8±4.2	16.5±1.1	13.8±2.2**	16.5±1.4**	22.6±7.2
PP	20.3±1.3	20.9±3.8	24.5±3.5	21.0±3.7	18.8±6.4	21.4±1.8	22.7±1.9	22.5±8.2
MDA (nmol/mg)								
GZ	21.7±6.8	23.7±3.7	23.3±5.5	55.9±3.6$^{\#\#**}$	41.4±17$^{\#}$	36.9±10.8*	37.6±14.5*	25.9±13.6
GP	18.4±6.2	19.6±5.5	25.1±9.6	27.6±10.5	31.2±8.5	41.6±5.3**	32.6±10.4*	21.6±4.6
PP	17.3±2.6	19.4±4.6	19.6±4.9	23.9±6.0	25.0±4.8	25.2±2.6	17.2±1.7	17.2±5.2

#：$P<0.05$，##：$P<0.01$，*vs* GP；*：$P<0.05$，**：$P<0.01$，*vs* PP

2.1.3　猪肢体枪弹伤对伤道肌肉组织内 MDA 含量的影响

各组 MDA 在伤后 30 min 即有上升，平原平时组在伤后 1～2 d 达最高点，3 d 基本恢复正常；高原平时组 2 d 到达最高点，5 d 基本恢复正常；高原战时组伤前稍有增高，伤后到达峰值时间较高原平时组提前 12 h，此后逐渐下将，至伤后 5 d 仍高于其它组；各组分组高低有明显差异，高原战时组是高原平时组的 1.34 倍，是平原组的 2.22 倍（表 1）。

2.2　猪肢体枪弹伤对血浆中 T-AOC、SOD、MDA 含量的影响

2.2.1　猪肢体枪弹伤对血浆中 T-AOC 含量的影响　　平原组 T-AOC 在伤后 30 min 即有下降，至 1 d 时达最低点，此后逐渐上升，7 d 恢复正常水平；高原平时组最低点出现在伤后 12 h，10 d 方才恢复正常；而高原战时组在伤前即有明显下降，伤后 12 h 达最低点，仅为高原平时组的 40.7%、平原平时组的 25.6%，至伤后 10 d 仍处于较低水平（表 2）。

2.2.2　猪肢体枪弹伤对血浆中 SOD 的影响　　平原组 SOD 在伤后 30 min 即有升高，至 6 h 时达最高点，此后逐渐下降，3 d 恢复正常水平；高原平时组伤前水平较平原平时组高，伤后 12 h 时达最高点，是平原平时组的 1.25 倍，伤后 5 d 恢复到伤前值；而高原战时组在伤前有大幅度升高，是高原平时组的 1.17 倍、平原平时组的 1.38 倍，伤后早期只有轻微的升高，2 h 即达最高峰，此后逐渐下降，1～2 d 时有一个明显低点，3 d 时又有大幅上升，此后逐渐下降（表 2）。

2.2.3　猪肢体枪弹伤对血浆中 MDA 的影响　　各组 MDA 在伤后 30 min 即有上升，至 6 h 时达最高点，此后逐渐下将，平原组伤后 5 d 恢复正常水平；高原平时组伤后 7～10 d 恢复正常，而高原战时组伤后 10 d 仍处于较高水平；各组峰值的高低有明显差异，高原战时组是高原平时组的 1.18 倍，是平原组的 1.39 倍（表 2）。

表 2　伤后血浆中 T-AOC、SOD、MDA 含量的变化（$n=8$，$\bar{x}\pm s$）

Tab 2　Changes of T-AOC, SOD, MDA content in plasma after after gunshot wound（$n=8$，$\bar{x}\pm s$）

Group	Baseline	After gunshot wound									
		30 min	2 h	6 h	12 h	1 d	2 d	3 d	5 d	7 d	10 d
T-AOC (U/ml)											
GZ	5.5±1.1*	4.6±1.4	4.2±0.5#*	2.7±0.3##**	1.1±0.8#**	1.8±0.8#*	2.5±0.6#**	3.1±0.9**	3.4±0.7*	4.2±1.0#**	4.5±1.1#**
GP	6.6±1.4	5.1±0.5	4.8±0.2	4.7±0.6	2.7±1.2*	3.1±0.7	3.3±0.8*	3.5±0.9*	3.7±1.6	5.5±0.7	6.2±0.8
PP	7.0±1.3	5.2±0.9	5.0±0.8	4.8±0.7	4.3±1.1	3.8±1.1	4.3±1.2	5.3±1.1	5.5±1.7	6.5±0.7	6.9±1.3
SOD (NU/ml)											
GZ	107.2±9.9#**	110.5±7.6**	112.1±3.7#*	108.8±8.8	101.6±11.1#	87.6±14.0#	87.3±15.4#	121.6±14.0**	99.8±9.6**	90.1±2.5**	85.8±6.2
GP	91.4±8.6*	102.2±7.6*	121.6±5.6**	123.7±20.9*	117.3±8.8*	111.7±8.0**	105.7±11.9	99.0±13.0*	91.3±11.6*	88.7±5.1**	85.7±10.7
PP	77.6±5.1	87.9±7.3	91.8±14.1	98.6±4.1	93.9±18.4	89.6±7.2	81.9±6.6	78.8±3.9	75.3±8.2	72.3±4.9	80.3±17.5
MDA (nmol/ml)											
GZ	7.19±1.59	8.64±0.54#**	9.69±1.27#**	10.11±1.95*	9.06±1.38*	8.58±1.19	8.25±1.10*	8.11±0.72**	8.08±0.71##**	7.67±1.19#**	7.25±1.35*
GP	6.11±1.80	6.69±1.95	7.22±1.73	8.58±0.82	8.31±0.95	7.78±1.79	7.31±2.79	6.58±1.98	6.31±1.07	5.92±1.30	5.86±1.74
PP	5.86±0.35	6.14±1.05	6.86±1.31	7.25±1.53	7.19±1.65	6.97±1.51	6.31±1.15	6.00±1.13	5.78±0.63	5.47±1.15	5.44±0.76

#：$P<0.05$，##：$P<0.01$，*vs* GP；*：$P<0.05$，**：$P<0.01$，*vs* PP

3　讨论

SOD 对机体的氧化与抗氧化平衡起着至关重要的作用，此酶能清除超氧阴离子自由基保护细胞免受损伤，SOD 活力的高低间接反应了机体清除氧自由基的能力；而 MDA 的高低又间接反应了机体细胞受自由基攻击的严重程度，反映机体内脂质过氧化的程度，间接地反映出细胞损伤的程度。机体的防御体系抗氧化能力与健康存在密切的联系，此防御体系的作用有分解自由基和活性氧，分解过氧化物，除去起催化作用的金属离子，测定总抗氧化能力（T-AOC）可以反应机体的健康状况，当一个人的总抗氧化能力降低时，易引起炎症、免疫系统疾病。因此，测定 SOD、MDA、T-AOC 的含量可以反应组织的损伤程度和机体的健康程度[3,4]。

本实验中高原平时组伤道肌肉组织中 SOD、MDA、T-AO 的测定结果表明：高原平时枪弹伤后伤道肌肉组织细胞组织抗氧化能力和清除超氧阴离子自由基的能力显著下降，在伤后 2 d 最为显著，而且恢复时间较平原平时组慢。表 1 可以看出高原平时组脂质过氧化的程度较平原组严重，伤后 2 d 最为突出。这与文献[5]的结果相呼应，由于动物抗氧化能力降低，导致动物细胞保护能力降低，组织损伤程度严重。血浆测定结果表明高原平时组伤后 SOD、MDA、T-AOC 的变化与平原平时组基本一致，但高原平时组 SOD 和 MDA 升高、T-AOC 降低的程度较大，而且恢复正常时间较平原平时组晚 2～3 d。说明高原因素加重了全身和伤道均的组织细胞的损伤，这可能主要与下列因素有关：①由于高原大气压低、空气稀薄阻力小，子弹的飞行速度较平原地区快、动能大，造成机体的损伤较平原地区重。本实验结果表明高原子弹撞击组织速度是平原的 1.06 倍。赖西南等[6]研究发现，在海拔 3 658 m 高原地区 10 m 射距，测得质量分别为 1.03、0.44、0.37 g 形状相同的钢球撞击物体的速度均高于平原地区。②高原缺氧、血液粘稠，气候干燥、组织脱水，组织的密度较平原地区大，吸收能量增加，组织损伤加重。雷明全等[7]在海拔 3 658 m 的高原地区，射击距离为 20 m 的室内靶道进行研究测得 7.62 mm 弹丸的能量释放为（267.8±62.7）J，高于 351 m 的平原地区。

高原战时组结果表明枪弹伤前肌肉组织细胞组织抗氧化能力和清除超氧阴离子自由基的能力就已经显著下降,伤后加剧了这一病理生理过程,至伤后2 d时与高原平时组有显著差异,而且恢复时间较高原平时组长;其脂质过氧化的程度较高原平时组严重,伤后1~2 d较为突出。血浆测定结果也表明,高原战时组在伤前T-AOC含量显著低于高原平时组,说明此时机体的抗氧化能力显著降低,伤后降低的幅度显著大于高原平时组,在伤后12 h出现一个显著低点,此后逐渐升高,但始终低于高原平时组。SOD在伤前高原战时组,因为机体遭受急进高原和战时因素的双重打击,伤后其升高幅度不如高原平原组,而且在1~2 d就出现明显的低点。说明由于急进高原和战时因素,机体的抗氧化能力大量消耗,储备降低,这就导致了MDA升高幅度较高原平时组大,在伤后12 h最显著,与T-AOC出现最低点的时间相一致。在低氧、低气压、低温环境的影响下,业已发生诸多系统器官的病理生理改变,虽未发生重要系统器官的病理生理改变,但重要功能系统的储备功能均不如低海拔和平原地区健康者。在此基础上发生火器伤更易引起内稳态破坏,各系统组织器官生理功能紊乱,伤后并发症多、伤死率高。历次高原战争资料表明[8]:高原地区作战伤员多于平原地区,伤情重于平原地区。20世纪60年代某次高原战争中伤死率为4.62%,高于同期低海拔地区战争的3.17%。总之,高原平时枪弹伤时机体的抗氧化能力和氧自由基清除能力低于平原地区,局部组织和全身损伤均重于平原地区;同时,高原高寒战时环境枪弹伤时机体的全身与局部的抵抗力均低于高原平时,损伤也较重。因此,我们在处理高原战时火器伤、高原平时火器伤及平原火器伤时应加以区分,采取不同的治疗方案,在处理高原火器伤局部伤道的同时应加强全身的支持,在高原战时显得更为重要。

参考文献:

[1] 陈志强,赖西南,陈 蕾,等. 兔肢体火器伤骨骼肌组织能量代谢与脂质过氧化物的变化[J]. 第三军医大学学报,2001,23(1):31-32.

[2] 张旭辉,裴国献,魏宽海,等. 高温高湿环境犬肢体火器伤后超氧化物歧化酶和丙二醛含量的变化[J]. 第一军医大学学报,2002,22(4):331-334.

[3] Vukic Z. Gluteal gunshot wounds[J]. Mil Med, 2000, 165(3): 237-239.

[4] Ilic N, Petricevic A, Tanfara S, *et al*. War injuries to the chest[J]. Acta Chir Hung, 1999, 38(1): 43-47.

[5] 殷作明,胡德耀,李素芝,等.高原高寒战时环境肢体火器伤后应激反应的特点[J]. 第三军医大学学报,2005,27(7):581-583.

[6] 赖西南,杨志焕. 野战外科研究所开展高原火器伤研究概况[J]. 野战外科通讯,2003,28(1):2-3.

[7] 雷明全,李恩平. 高原火器伤感染特点及其防治的研究[J]. 中华创伤杂志,1996,12(1):57-58.

[8] 杨志焕,祝世源. 高原边境作战战伤救治工作的特点[A]. 见:盛志勇,王正国 主编. 高原战创伤基础与临床[M]. 北京:人民军医出版社,2004. 1-8.

(编辑 陈聪连)

个案与短篇

文章编号:1000-5404(2005)09-0812-01

试探骶髂关节真空征与未分化脊柱关节病的关系

Relationship between vacuous symptoms of sacroiliac joints and undifferentiated spondylopathy

纪 伟[1],黄海清[2] (江苏省中医院:[1]风湿科,[2]放射科,南京 210029)

未分化脊柱关节病(Uspa)具有脊柱关节病临床和放射学表现,但又不满足目前已建立的任何一种脊柱关节病(如强直性脊柱炎、赖特氏病等)诊断标准。脊柱关节病(包括Uspa)判断标准多采用Amor[1]或欧洲标准[2]。其中骶髂关节炎是非常重要的积分指标。我们对422例门诊腰腿痛并排除血清阴性脊柱关节病的病人做骶髂关节CT扫描,发现骶髂关节真空征与Uspa存在着密切关系,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象

病例来源于1996年1月至2001年7月我院门诊以腰腿痛为主诉并排除脊柱关节病的患者,共422例,其中男性281人,女性141人,年龄18~58岁,平均32.8岁。根据Amor标准,诊断Uspa 46人,46名Uspa患者均有较明显的腰骶痛,相当一部分患者需服非甾体类药方能入睡。其中男性29例,女性17例,年龄16~51岁,平均26.5岁(男性平均22.6岁,女性平均30.5岁)

(下转816页)

作者简介:纪 伟(1964-),女,江苏省常州市人,博士,副主任医师,主要从事中西医结合诊治风湿病方面的研究。电话:(025)86617141-31012

收稿日期:2004-09-02;修回日期:2004-12-04