

· 专家指南 ·

战创伤麻醉指南(2017)

全军麻醉与复苏专业委员会

创伤是指人体受到外界物理性、化学性、生物性致伤因素作用后引起的组织结构完整性破坏和/或功能障碍。战伤是特指军事冲突中武器及战争环境直接或间接造成的创伤。战伤和创伤在概念、分类、诊断、救治等方面既有共同性,也各具特殊性,如突发性、复杂性、危重性,麻醉与救治面临更大的挑战性。

本指南旨在指导麻醉医生对战创伤伤员进行快速正确的评估、及时有效的处置,提高救治能力;同时也适用于自然灾害、交通事故、工伤矿难、群体性伤害事件、恐怖袭击等成批或严重创伤伤员的救治。

一、战创伤分类与相关概念

战创伤的分类既遵循创伤分类的一般原则,也具有其特殊性。

(一)创伤的分类

根据临床救治与研究的需求,可从不同角度对创伤进行分类。

1. 根据创伤特性分类:包括皮肤完整性、致伤机制、致伤因素、受伤部位、伤道形态等特性(表 1)。

2. 根据伤势分类

(1)轻伤:主要是局部组织损伤,不影响作业能力,不危及生命。

(2)中等伤:主要是广泛软组织损伤、上下肢开放性骨折、肢体挤压伤等,导致伤员作业能力丧失,需手术治疗,但多不危及生命。

(3)重伤:指伤情危及生命或治愈后可遗留严重残疾。

(二)战时伤员的分类

1. 基本形式:包括收容分类、治疗分类和后送分类三种基本形式。适用于成批伤员救治时,根据伤员数量、伤情缓急、救治能力、救治阶梯等要素,在战现场对伤员进行检伤分

类以确定伤员的救治与后送顺序,确保危重伤员优先得到及时救治。

2. 救治原则

(1)优先救治:伤员有危及生命的损伤,不容延误,需立即进行复苏和手术。

(2)次优先救治:伤员的损伤虽不立即危及生命,但延迟处理将发生严重并发症,需及时复苏并尽可能在 6h 内给予手术。

(3)常规处理:伤员伤情稳定,择期手术不会严重影响预后及危及生命。

(4)期待处置:对伤情极重或濒死状态,即使全力救治也难以存活者,在成批伤员救治或救治能力不足时可放弃治疗,由专人进行对症或安慰处理。

3. 伤员分类标志:战时伤员会随救治阶梯不断移送,经治医务人员不断更迭,必须使用分类标志提示伤员分类结果,以便后续及时正确的治疗。伤员分类牌或伤标式样和颜色各国不尽一致,通常佩挂于伤员胸前醒目部位。例如:①红色-重伤员;②蓝色-放射性伤员;③黄色-毒剂;④白色-骨折;⑤黑色-传染病。条件允许时,可通过信息系统和设备采集、读取、存储、传输和处理伤员信息。

(三)创伤严重程度的评估

多种评分方法可用于战创伤伤情的评估,有助于早期救治、手术与麻醉前评估。

1. 院前指数(prehospital index, PHI):由收缩压、脉搏、呼吸、意识 4 项指标组成,总分 0~20 分(表 2),腹部贯通伤式胸部损伤在以上 PHI 计数基础上再加 4 分。分值越高,伤情越重。

2. 损伤严重度评分法(injury severity score, ISS):将人体分为 6 个解剖部位,即头颈部、面部、胸部、腹部、四肢(包括骨盆)、体表,每个部位按组织器官解剖损伤程度逐项记录

表 1 创伤与战创伤的分类方法

伤口即体表结构完整性		致伤机制	致伤因素	受伤部位	伤道形态学
(1)闭合性创伤：	(2)开放性创伤：	(1)钝性伤	①冷兵器伤	①颅脑伤	①切线伤
①挫伤	①擦伤	①交通事故	②火器伤	②颌面颈部伤	②反跳伤
②挤压伤	②撕裂伤	②坠落伤	③烧伤	③胸(背)部伤	③盲管伤
③扭伤	③切割伤或砍伤	③冲击伤	④冻伤	④腹(腰)部伤	④贯通伤
④震荡伤	④刺伤	④挤压伤	⑤冲击伤	⑤骨盆伤	
⑤关节(半)脱位		(2)穿透伤	⑥化学伤	⑥脊柱脊髓伤	
⑥闭合性骨折		①火器伤	⑦辐射伤	⑦四肢伤	
⑦闭合性内脏		②冷兵器伤	⑧生物伤		

损伤,依“轻度、中度、较严重、严重、危重、最严重”分为 1~6 级(即 AIS 值,0~5 分),分值越大越严重。ISS 值等于 3 个最严重损伤部位中最高 AIS 值的平方和。ISS 分值范围为 1~75 分,>15 分为严重多发伤,≥50 分死亡率很高。

表 2 院前指数

项目	数值	评分
血压 (mm Hg)	>100	0
	86~100	1
	75~85	2
	0~74	5
脉搏 (次/分)	≥120	3
	51~119	0
	<50	5
	正常	0
呼吸	费力或浅快	3
	<10 次/分 或需要插管	5
意识	正常	0
	模糊或烦躁	3
	语言混乱	5

(四)相关基本概念

1. 多发伤:指机体在单一致伤因素作用下,同时或相继遭受 2 个或 2 个以上解剖部位的损伤。

2. 多处伤:同一致伤因素引起同一解剖部位 2 处以上损伤。

3. 复合伤:指 2 种或 2 种以上的致伤因素同时或相继作用于机体所造成的创伤。

4. 联合伤:指 2 个相邻解剖部位发生的损伤。

二、战创伤病理生理

战创伤的伤情特点为“三多”(重伤员多、多发伤多、烧冲复合伤多)和“三高”(减员率高、休克率高、手术率高)。

(一)一般环境下战创伤病理生理

1. 神经系统:失血致脑灌注不足可致意识障碍;体温中枢受损时可出现体温过高或过低^[1]。

2. 循环系统:血容量减少,外周血管收缩,心率加快。伴发休克或原有冠状动脉疾患患者易出现心律失常,甚至心力衰竭^[2]。

3. 呼吸系统:疼痛或情绪紧张等因素所致过度换气可引起低碳酸血症;失血、口腔或颌面、呼吸道烧伤等因素所致通气或换气障碍可引起低氧血症和高碳酸血症;肺挫伤和胸外严重损伤、休克、大量输血输液等可致急性肺损伤(acute lung injury, ALI)或者急性呼吸窘迫综合征(acute

respiratory distress syndrome, ARDS)^[2]。

4. 泌尿系统:失血、脱水导致肾血流量减少,挤压伤后血红蛋白、肌红蛋白分解产物可损伤肾小管,均可引起急性肾功能不全^[3]。

5. 消化系统:创伤后应激反应、大面积烧伤、颅脑伤或腹部大手术后可诱发胃肠道应激性溃疡。

6. 血液系统:创伤早期白细胞增多,严重情况下出现血液成分丢失、凝血物质消耗、酸中毒以及低体温,导致急性创伤性凝血病(acute traumatic coagulopathy, ATC)或弥漫性血管内凝血(diffuse intravascular coagulation, DIC)^[4]。

7. 代谢及内分泌系统:糖、蛋白质和脂肪分解代谢增强;钠、钾等水电解质紊乱;下丘脑-垂体轴和交感神经-肾上腺髓质轴出现应激效应。应激激素释放增加。

(二)特殊环境战创伤病理生理

1. 高原环境战创伤病理生理特点

医学高原系指海拔超过 3 000 米的高原地区。高原环境气候多变、空气稀薄、温度偏低、紫外线强,战创伤的病理生理有其特殊性。

(1)神经系统:低压低氧可致高级神经活动障碍,对复杂问题的反应和逻辑思维时间显著延长。创伤后机体氧耗增加,很容易导致晕厥、昏迷。

(2)循环系统:初入高原者因低氧兴奋交感神经系统,心率增快,血压轻度增高。当发生创伤失血性休克后,机体氧供氧耗失衡更加严重,失代偿出现早,死亡率增高。

(3)呼吸系统:低氧环境下,通气功能增加以维持较大的通气量,肺的弥散能力提高,可增加肺泡与肺毛细血管之间的气体交换,有利于提高动脉血氧饱和度。

(4)血液系统:红细胞增生,使血液粘稠度增高,右心负荷过重,右心衰竭和血栓形成的风险倍增。失血性休克发生后全血粘度、红细胞聚集指数和血小板聚集率显著增高,增加了血流灌注阻力,是高原失血性休克微循环灌注减少的一个重要原因。

(5)消化系统:低氧可导致胃肠道黏膜缺血样改变,严重者细胞坏死,黏膜功能障碍,更易发生应激性溃疡。

(6)泌尿系统:低氧促使儿茶酚胺及肾素分泌增多,加之血液粘稠、无形失水较多和血液重分布等因素,肾血流量可较平原者减少。当创伤失血后,低氧环境下肾血流量减少可致肾氧供迅速降低,诱发急性肾功能不全。

(7)代谢和内分泌功能:糖、蛋白质、脂肪等物质的有氧代谢过程受到不同程度的抑制,无氧酵解增强,导致血中乳酸含量增加。

2. 海域环境战创伤病理生理特点

海域环境战创伤因海水成分、渗透压、低温、细菌种类等因素对遭受淹溺、浸泡的伤员会产生一些特殊影响^[5]。

(1)海水浸泡可加重伤口局部及周围组织病理改变,导致微循环障碍,血管通透性增强,致使水肿、变性、坏死、出血以及炎症反应更为明显^[6]。

(2)海水经胸、腹部开放伤进入人体腔后因浆膜透析作用,

可导致高钠、高氯血症,高渗性脱水;血液凝固性增高引起多发性微血栓等^[7]。

(3)海水浸泡可引发严重的低体温、代谢性酸中毒、低氧血症和高碳酸血症,开放伤伤员尤为严重^[8]。

3. 寒区环境战创伤病理生理特点

寒区低体温发生率高,而低温是战创伤死亡的独立危险因素^[9]。低温分为轻度(32~35℃)、中度(28~32℃)和重度(<28℃),亦可依据低温的临床体征,将其划分为 5 级(表 3)。

表 3 低温的临床分级(Swiss Society of Mountain Medicine)

分级	临床表现	机体核心温度(℃)
I	意识清醒,寒战	35~32
II	意识改变,无寒战	32~28
III	意识不清	28~24
IV	表观死亡状态(无生命体征)	24~15
V	因不可逆低温导致死亡	<15

(1)神经系统:低温可使脑神经传导速度减慢,并可诱发脑水肿。长时间低温可抑制运动神经元和感觉神经元功能,产生冻僵及不可逆性损害。体温每下降 1℃,脑血流量下降 6%~7%,直接危及创伤性脑损伤伤员生命。

(2)循环系统:持续低体温可导致心率减慢、心肌收缩力减弱、心输出量下降及血压降低。随着体温的逐渐降低,冠脉血流减少、心肌缺氧、严重心律失常,乃至心搏骤停^[10]。

(3)呼吸系统:低温可致呼吸速率及潮气量下降,气管及支气管纤毛运动减弱,分泌物及其粘滞度增加,甚至出现呼吸道损伤;严重低温可抑制延髓呼吸中枢。

(4)血液系统:低温可影响凝血因子活性,使出血量增加;可促使血小板聚集,血液粘滞度增加及微血栓形成;使红细胞可塑性降低,毛细血管阻力增加。上述改变易形成恶性循环,造成机体凝血异常和微循环障碍^[11]。

(5)泌尿系统:持续体温使肾血流量和肾小球滤过率均减少,重者出现急性肾功能不全。

(6)代谢和内分泌系统:寒战可使机体代谢率明显增加,导致能量贮备耗竭;组织细胞无氧代谢增强;肌肉组织低灌注使产热减少,机体能量合成减少,体温持续下降;低温还可加剧水电解质和酸碱平衡紊乱。

(7)运动系统:寒冷环境可使骨骼肌有氧化和能量代谢增强,以增加热量的产生,维持体温;持续寒冷可导致外周神经系统功能障碍,引起皮肤感觉障碍,骨骼肌协调力和关节灵活性减弱,出现肌肉及肌腱撕裂。

4. 热带环境战创伤病理生理特点

热带和亚热带环境特点是全年高温高湿,且变化幅度很小。该环境下机体体能消耗大,创伤后感染并发症发展快且严重。

(1)神经系统:对脑组织细胞有明显的热损害作用,长时

间可损伤机体体温调节能力,引起脱水、中暑,甚至昏迷等^[12]。

(2)循环系统:热负荷应激作用可使交感神经系统紧张性迅速提高、心率增快、组织血液重新分配,外周血管扩张和大量排汗,使循环血量明显减少,心排血量下降。

(3)呼吸系统:初入热带环境者,呼吸频率、潮气量、肺活量均显著增加,严重者可导致呼吸性碱中毒。

(4)血液系统:热应激初期,外界高温可引起血流加速,表现为细胞聚集性下降,变形能力增强,血液粘滞度降低。随着高温刺激的延长,脱水、血液浓缩,可出现血细胞聚集性增强,变形能力下降,血液粘滞度增高。血沉、纤维蛋白原随受热时间延长呈升高趋势。

(5)消化系统:腹腔内脏血管处于收缩状态,消化道血流分布减少。胃液酸度降低,食欲不振、消化不良,甚至发生应激性溃疡。

(6)泌尿系统:初入热带环境者,肾血流量可减少,表现为肾小球滤过率降低、滤过分数增加、尿液浓缩、尿量减少、尿比重增加等^[13]。

(7)代谢和内分泌系统:肌糖原与肝糖原分解速度加快、乳酸累积增多,血糖快速升高。

5. 核化战创伤病理生理特点

核化武器共同的致伤特点为:范围广、途径多、程度重、时间长,机体病理生理改变严重。

(1)神经系统:最常见的病理改变是脑水肿。亲神经化学战剂或窒息性战剂可造成中毒性脑病、多发性神经病,中毒恢复期可引发神经衰弱或自主神经功能失调。

(2)循环系统:主要表现为心肌细胞坏死、纤维断裂、出血等,继发休克和感染。化学战剂可造成心肌损害、心律失常,缺氧和电解质紊乱,可导致循环衰竭。中毒性肺水肿可引起肺源性心脏病。

(3)呼吸系统:多因直接吸入热气流或有害气体造成呼吸道的直接烧伤及继发性损伤,表现为充血、出血、肺水肿及肺不张;后期则出现感染性病变,主要为支气管肺炎和肺脓肿。其中,肺水肿和肺部感染是伤员死亡的主要原因。化学战剂伤可导致喉痉挛、声门水肿。支气管黏膜坏死可引起机械性呼吸道阻塞,呼吸肌麻痹或呼吸抑制,甚至窒息。

(4)血液系统:核损伤可导致外周血白细胞和血小板减少。化学战剂可引起高铁血红蛋白血症、碳氧血红蛋白血症或硫化血红蛋白血症,导致溶血、贫血及组织缺氧,严重者出现急性肾衰竭、休克、多器官衰竭,乃至死亡。

(5)消化系统:可引起消化道损伤,以黏膜充血、水肿、溃疡为特征;肝脏、胰腺则以充血最为常见。

(6)泌尿系统:最主要的病理改变是肾小球充血和缺血、肾小球细胞坏死和肿胀、肾小管变性和坏死。

(三)不同类型战创伤的病理生理

1. 火器伤:致伤原理不仅是对伤道的切割、撕裂和穿透性损伤,更重要的是对伤道周围组织造成的热损伤,冲击波或压力波形成的瞬时空腔效应。伤道通常分为原发、挫伤、

震荡区。伤道感染发展快,清创难度大。

2. 冲击伤/爆震伤:致伤机制包括内爆效应和过牵效应。常累及多个重要脏器,伤情复杂、变化快、死亡率高。其中以原发肺冲击伤最具代表性,也是原发性冲击伤最常见的死亡原因。

3. 挤压伤:主要原因为外力挤压导致局部组织血流障碍,组织缺血缺氧,代谢产物积聚。核心问题是肌肉组织大量坏死并释放入血,导致肌红蛋白血症、氮质血症、缺血-再灌注损伤、电解质紊乱、代谢性酸中毒、高凝状态以及急性肾功能不全。

4. 烧伤:严重烧伤不仅造成皮肤的毁损,而且会引起剧烈的全身反应。呼吸道烧伤可直接导致呼吸道梗阻,危及生命。

三、战创伤救治

(一)气道管理

1. 核心问题:战创伤因昏迷、头颈颌面部损伤等因素导致气道梗阻、窒息造成的死亡约占现场死亡伤员的 3%~5%,是可预防的战创伤死亡原因之一。关键在于早期正确的处理。

2. 核心技术与目标:以保护气道、开放气道、人工通气为核心技术,借助各救治阶梯适用的技术和器材,实现战创伤救治全程的及时、有效气道干预与管理,达到保证气道通畅、防治低氧血症及避免窒息死亡的根本目标。

3. 战创伤气道管理的特点:创伤气道不畅通发生迅速、发生率高、有时隐匿,直接危及生命,故气道干预需要有预见性、及时性,干预要确实有效。根据战时因素和环境条件确定不同的处理手段,有别于平时创伤急救,火线救治时需在首先保证救治者自身安全的前提下有效解除伤员的窒息和上呼吸道梗阻。院内管理则着重下呼吸道管理、呼吸并发症处理,根据不同伤情选择适当的人工气道工具。

4. 战创伤气道管理的完整体系:建立与战创伤分级救治系统相适应的气道评估标准、技术训练方案、硬件配备、操作流程或紧急干预预案、信息化记录系统、随访预后评价系统。

(1)各救治阶梯(如卫生兵、前沿手术队、战地医院、救护车或船、航空器等)均应装备各类气道辅助及人工气道器具(包括:口咽和鼻咽通气道、喉罩、气管内导管、环甲膜穿刺或切开套件等)。

(2)野战救治医疗机构中增加配置视频喉镜系统、光棒系统、呼吸机、移动式供氧站、多功能监护仪等气道安全和呼吸支持治疗相关设备。

(3)各类后送转运装备中配备包含气道管理设备和器材在内的全套重症支持系统。

5. 战创伤气道管理与分级气道紧急干预预案

(1)现场救治:迅速判断是否存在舌后坠、口咽异物存留等气道梗阻因素,迅速清理气道,将伤员置于安全体位(侧卧位);对体位改变不能纠正的上呼吸道梗阻,应首选置入鼻咽

通气道(伴有颅底骨折伤员不宜选用)、口咽通气道或喉罩;依然不能解除者,立即行直接环甲膜穿刺/置管。在前线或现场救治环境面临危险的状态下,不应实施复杂并费时的人工气道操作(如气管切开、气管内插管),可在简易处理后迅速撤离或后送至安全地带后再行处理。

(2)转运救治:在伤员后送过程中,应及时对气道状况再次评估,及时纠正和完善处置(如气道分泌物吸引)。当具备专业人员和相应器材等条件时可实施气管内插管。建议院前救治人员配备和使用可视喉镜以提高插管成功率。

(3)院内救治:处理原则和操作流程与平时创伤伤员气道管理相同。根据伤情需要,及时实施和更替为控制性气道,以确保气道安全和有效通气。同时需密切注意战创伤伤员容易合并的下呼吸道问题,例如肺损伤、肺部感染、血气胸等,以全程、全气道管理的总体观实施完善的气道管理。

(二)循环管理

1. 核心问题:防治创伤和失血性休克导致的“致死三联征”(代谢性酸中毒、低体温、凝血障碍)。

2. 核心技术与目标:以血流动力学监测、液体治疗、血管活性药支持、对因治疗为核心技术,维护内环境稳定,挽救伤员生命。

3. 战创伤循环管理的特点:早发现、早诊断、早治疗是成功救治休克的关键。在积极控制活动性出血的基础上,补充适量液体恢复有效循环血量;补充红细胞恢复携氧能力;补充新鲜冰冻血浆、血小板和纤维蛋白原恢复凝血机能;采取有效措施防治低体温;纠正酸中毒(图 1)。

4. 战创伤循环管理的完整体系:以活动性出血是否得到控制分为早期和后期两个阶段,以损伤控制策略和目标导向循环管理为指导,建立各救治阶梯相适应的处理流程与措施,将现场救护、院前救治、转运后送、院内治疗有机整合,形成完整有效的复苏救治体系^[14,15]。

5. 战创伤循环管理流程

(1)现场救治:包括伤员的自救互救和专业人员的院前救援。战创伤造成的失血是伤员早期死亡最主要、最常见原因,尤其是肢体创伤所致的大出血。止血措施通常包括:徒手压迫、敷料填塞或包扎、简易或制式止血带应用^[15]。

(2)转运救治:在等待后送或转运期间,条件具备时可建立静脉通路,根据损伤控制原则给予适量高渗盐水或胶体液。重点在于维持生命体征,完善止血措施,及时发现和处理血气胸、心包填塞等^[14]。

(3)院内救治:应及时明确出血部位,尽早手术止血、清创。

①恢复有效循环血容量。早期,依据基本生命体征进行限制性液体治疗,选用合适比例和种类的晶体和胶体溶液;后期,即活动性出血得到控制后,依据“容量、携氧、止血”三项目标进行积极复苏。

②防治“致死三联征”^[16]。容量复苏同时应注意及时识别具有凝血机制异常、低体温风险的伤员,尽早合理匹配和补充血液成分,血制品按 1:1:1 比例输注红细胞/新鲜冰冻

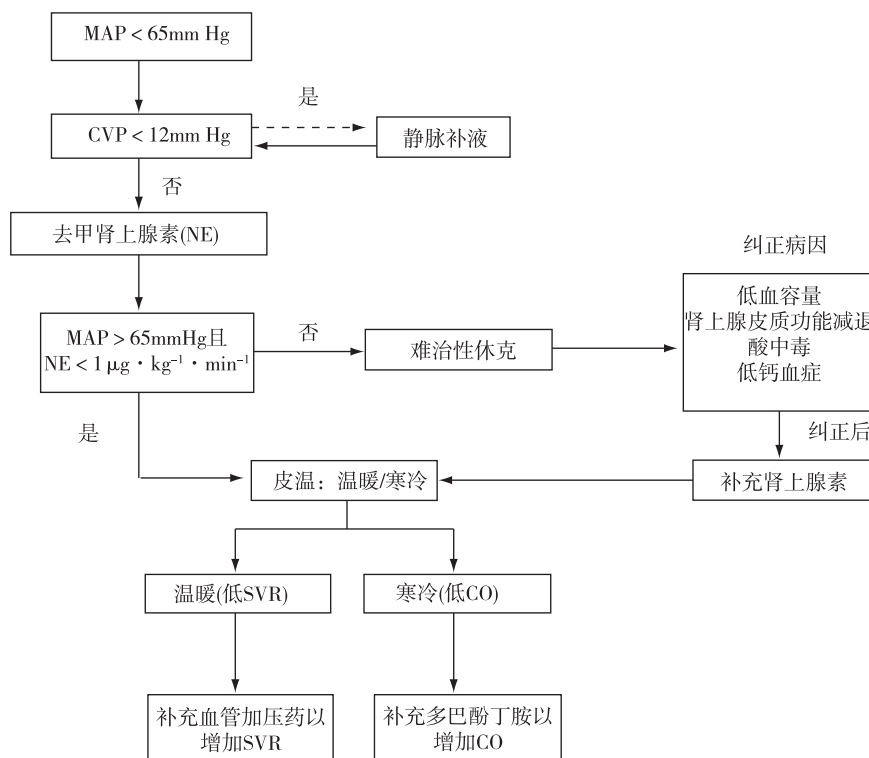


图 1 休克诊疗流程图

血浆/血小板(血小板若采用单采制剂^[14,15],每单位相当于 6~8 人份献血员的血小板含量,需调整用量);给予加温输血输液和体表保温措施。其中纠正凝血功能最为重要,创伤后 3 h 内给予氨甲环酸(负荷量 1 g/10 min,维持量 1 g/8 h)^[17]。

③目标导向液体治疗(goal-directed fluid therapy, GDT)。适用于危重伤员,复苏目标包括 CVP 8~12 mmHg、PCWP 12~16 mmHg、MAP>65 mmHg、尿量>0.5 ml·kg⁻¹·h⁻¹、Hb>100 g/L 或 SvO₂>70%、每搏量变异度(SVV)<13%或脉压变异度(PPV)10%~15%^[16]。

④合理使用血管活性药。低血容量休克、心源性休克、感染性休克均应首选去甲肾上腺素,速率 0.05~0.5 μg·kg⁻¹·min⁻¹^[16]。

⑤纠正酸血症。重在对因治疗。低血容量休克治疗中,碳酸氢盐限于紧急情况或 pH<7.2 时,可给予 5% NaHCO₃,并根据动脉血气分析结果调整用量^[14,16]。

⑥糖皮质激素的应用。糖皮质激素对各类型休克均有效,常用药物为琥珀酸氢化可的松和甲基强的松龙^[16]。

(三)战创伤镇痛

1. 核心问题:疼痛是战创伤最主要的并发症。剧烈疼痛可给伤员带来生理、精神双重伤害,直接影响救治效果,产生多种并发症。

2. 核心技术与目标:遵循多模式镇痛的理念,合理应用各类镇痛药物和方法,早期干预,减轻战创伤所致急性疼痛,降低创伤后慢性疼痛综合征的发生。

3. 战创伤镇痛的特点:战创伤疼痛发生早、症状重、个体差异大,单一镇痛药物和镇痛方法难以解决所有问题,在镇痛的同时应避免干扰伤员的神志及呼吸,因此需要做到个体化镇痛和全程镇痛。

4. 战创伤镇痛的完整体系:镇痛治疗涉及到从战场的自救互救镇痛,到战术、战役、战略后方各救治阶梯,应根据伤员特点,结合救治任务建立必要的治疗预案,配备必要器材与药物,以不影响战创伤救治时效和转归为前提,采用简单、实用、有效技术,确保各阶梯伤员疼痛得到有效缓解,达到促进伤员的早期康复、减少并发症的目标。

5. 战创伤镇痛管理流程:

(1)院前救治:所有伴有疼痛的伤员都应给予镇痛。自救互救时,可以应用随身携带的口服或含服药、贴剂类镇痛药,或预充药物的自动注射器。镇痛药物的类型和给药途径取决于伤者意识状态、是否能继续作业、是否已建立静脉通路等因素。意识清醒、可继续参战或工作的伤员根据疼痛强度采用口服非甾体类镇痛药(塞来昔布、美洛昔康等)、中枢性镇痛药(曲马多、吗啡)或两者联合(氨酚曲马多、氨酚羟考酮)为主。疼痛剧烈、无法继续作业的伤员可经肌肉注射或静脉注射给予强效阿片类镇痛药物(吗啡、哌替啶)或麻醉药(氯胺酮、S-氯胺酮)后及时撤离和后送,用药后应密切监测伤员呼吸,必要时对过量的阿片类镇痛药可使用纳洛酮拮抗。

(2)转运救治:转运前应充分包扎固定,避免搬运造成再次损伤和疼痛加重。具备条件时可在前期镇痛基础上使用

阿片类药物(吗啡、芬太尼、舒芬太尼)静脉镇痛或自控镇痛(PCA)。对于四肢伤,可在神经刺激定位或超声引导下使用长效局麻药(罗哌卡因、布比卡因等)进行神经阻滞镇痛。静脉通路建立困难者,可经骨髓腔内给药。转运过程中应密切监测伤员生命体征和伤情变化,记录相应镇痛药物的用法、用量及不良反应,为后续治疗提供帮助。

(3)院内救治:强调预防性镇痛和多模式镇痛,参见《成人手术后疼痛处理专家共识》。

三个救治阶梯的镇痛并不是孤立的,而是在前者基础上逐渐补充和完善。鉴于药物作用的持续和蓄积,各阶梯治疗时务必重视对前序用药情况的了解,并进行适当的调整。

(四)战创伤心肺复苏(CPR)

战创伤最常见的致死原因是大出血和气道阻塞,由此造成的死亡实际上可通过简易措施(如止血带、口咽通气道、环甲膜穿刺/切开等)而避免。严重战创伤伤员若出现无脉搏、呼吸或其它生命体征,现场实施 CPR 一般不会成功,反而可能会给施救人员带来额外伤害,甚至牺牲;或者造成医疗资源的占用和消耗,故战现场救治时不建议尝试 CPR^[18]。

在没有敌方火力威胁的后续救治阶梯或救治力量充足的前提下,对于目击情况下发生的心跳、呼吸骤停,或者系非创伤造成的心跳呼吸骤停(如低体温、溺水或触电等),救援人员应考虑实施 CPR。

(五)损伤控制策略

1. 核心问题:根据创伤程度及分期,以维持生命体征为目标而实施的救治策略。

2. 核心技术与目标:严重战创伤的救治,通过损伤控制技术,早期以维持生命体征、稳定内环境、控制感染、保证存活为目标。后期通过重症监护与调控、分期手术治疗,以功能重建和恢复为目标^[19]。

3. 损伤控制策略的要点:通过外科手术、适度容量补充、合理血液成分治疗等措施,尽快控制出血,清除污染,以伤员生存为主要目的,避免早期不必要的长时间手术干预,为内环境的调控和恢复提供时机,为后续的功能重建、较高生活质量和良好康复创造条件^[20]。

4. 损伤控制的完整体系:包括三个阶段:①早期宜简化手术,以控制出血和清除污染,阻止空腔脏器溢漏为主要治疗;②复苏治疗,针对“致死三联征”予以积极防治,恢复内环境稳定^[10];③确定性修复和功能重建治疗,改善和提高生存质量。

5. 损伤控制管理流程

(1)院前救治:包括三项最重要的救治措施。

①控制出血:迅速控制威胁生命的大出血是实施损伤控制最重要的环节。

②限制性容量复苏:出血控制前,过多液体补充(尤其晶体液)可导致再出血、凝血成分稀释、组织间隙水肿、体温下降,应予避免,即限制性容量复苏。有效止血治疗后,推荐加温输血输液。适当增加胶体溶液(如羟乙基淀粉、明胶等)的比例,与晶体液相比其扩容效果更好并维持时间更长。晶体

液推荐复方醋酸钠。

③保持体温:见寒区环境下的麻醉管理。

(2)转运救治:转运期间的核心问题是维护生命体征稳定,特别强调持续抗休克。

①颅脑外伤伤员持续复苏需维持收缩压 90 mm Hg 以上。

②条件允许的情况下可输注新鲜全血、浓缩红细胞或新鲜冰冻血浆,改善氧供和凝血功能。

③转运过程中仍应进行体温保护,包括最低限度的环境暴露,移除潮湿衣物,应用保温措施,并注意防风。条件具备可采用加温输液、输血。

(3)院内救治:包括战地医疗机构的各级救治阶梯。

①初期手术:以简化手术为原则,控制出血,尽可能去除坏死、污染物,修补或闭合空腔脏器损伤、阻止溢漏。手术和麻醉时间不宜超过 90 min。

②复苏治疗措施:体温保护、纠正凝血功能紊乱、维持血流动力学稳定、呼吸支持、改善微循环、纠正酸中毒和代谢紊乱、查明隐匿伤情。

③再次手术:伤后 36~72 h,伤员内环境基本平稳后可实施确定性修复和功能重建手术。生理状态适宜的评判依据是:氧合状态正常、血流动力学稳定、酸中毒已纠正、出血得以控制、凝血机能正常、无威胁生命其他因素存在。

四、战创伤手术与麻醉

(一)战创伤手术和麻醉的主要特点

1. 分级救治:分级救治是战创伤救治的一个基本原则,其实质是医疗与后送相结合,即救治上分级分工,前后连续;技术上由低到高,逐渐完善;两者相辅相成。

2. 全方位保障:将陆、海、空等各种战创伤救治手段和技术融为一体,对伤员实施立体救护。麻醉医师不仅要完成所在医疗机构伤员救治期间手术的镇痛和麻醉,同时还将担负战创伤伤员立体化后送过程中的监护、气道保障、呼吸支持、循环维持乃至心肺复苏等任务。

3. 快节奏运转:批量伤员救治时,需分秒必争、不失时机地提高伤员的手术通过率。

4. 环境变异大:医疗机构机动性强,应因地制宜、因陋就简。

(二)战创伤手术麻醉的基本原则

1. 实施有效的呼吸和循环管理和必要的监测,尽一切可能救治和维持伤员生命体征;

2. 为伤员提供必要的镇痛和镇静;

3. 选择简便、安全、有效的麻醉药物、麻醉方法和麻醉技术,满足手术要求;

4. 保持团队的密切交流与合作。

(三)麻醉前评估

1. 基本生命体征及伤情评估

除了致伤原因、救治经过、基本生命体征和功能状态、必要的实验室和辅助检查外,采取“ABCDE 法”简易评估顺序

对伤员进行快速初步评估。

A、气道评估(airway):主要观察伤员气道是否通畅,可通过发声、呼吸音和听诊等判断有无气道梗阻、困难气道和反流误吸的风险。采用“LEMON(柠檬)法”评估困难气道风险,包括:外部检查(look externally)、结构评估(evaluate)、Mallampati 分级、气道梗阻(obstruction)和颈活动度(neck mobility)。

战创伤伤员常见的气道梗阻或困难气道的原因包括:①面部、颈部、下颌骨或气道直接损伤;②鼻咽、口腔和上呼吸道出血;③颅脑损伤诱发的意识障碍;④颈椎损伤和(或)颈脊髓损伤;⑤胃内容物或异物误吸。

某些特定情况下需要在麻醉前即进行紧急气道处理,包括:①心搏或呼吸骤停;②呼吸抑制或气道严重梗阻;③需要气道保护;④重度颅脑损伤;⑤需要深度镇静等。

B、呼吸(breathing):了解和评估呼吸功能的方法包括:①胸部视、触、扣、听,重点注意胸部活动和两肺呼吸音是否对称,呼吸方式有无异常,颈静脉是否怒张,气管是否居中等;②脉搏氧饱和度;③血气分析;④胸部 X 线检查。

对通气不足伤员,麻醉前应采取早期干预措施,包括:①高浓度吸氧;②吸氧不能改善呼吸功能时,应进行辅助/控制呼吸;③胸部创伤伤员需放置引流,及时纠正张力性气胸、连枷胸、开放性气胸、大量血气胸等。

C、循环(circulation):麻醉前应迅速评估伤员动脉血压、毛细血管充盈状况、失血量和休克程度;有条件时应进行心脏血管超声检查,了解心脏功能。

循环异常的常见原因包括:①出血或组织损伤;②心包填塞;③心脏挫伤;④气胸或血胸;⑤脊髓损伤;⑥脓毒症。

D、功能障碍(disability):观察伤员有无明显的颈椎损伤、肌肉骨骼畸形,运动和感觉功能障碍;观测伤员意识状态、瞳孔大小及对光反射,结合 CT 和磁共振成像(MRI)等影像学检查评估伤员是否存在颅脑外伤和颅底骨折,根据 AVPU 量表,即清醒(alert)、对声音有反应(voice)、对疼痛有反应(pain)、无反应(unresponsive)评估伤员意识状态,或进行 Glasgow 昏迷量表评分(GCS)(表 4)。

E、暴露(exposure):在手术和麻醉前,麻醉医生应与外科团队共同对创伤伤员进行全面无遗漏伤情检查。完全暴露伤员,进行彻底检查,以排除危及生命的复合伤和继发性损伤。包括头部创伤(如颅内出血)、胸部创伤(如气胸、心脏挫伤)、腹部创伤(如肝、脾、肾等实质脏器破裂、巨大腹膜后血肿)、骨科创伤(如骨盆骨折、脂肪栓塞)等。检查结束后迅速恢复保温措施。

2. 麻醉前特殊评估

(1)凝血功能:目前常用的方法有血液凝血五项等实验室检查;条件允许时可选用血栓弹力图(thrombelastography, TEG)、Sonoclot 等方法。

(2)内环境:①水、电解质平衡;②酸碱平衡;③血糖水平:应激引起的血糖过度增高或创伤后可能发生的低血糖都有可能发生,特别是对于存在基础病变(如糖尿病)的伤员更

表 4 Glasgow 昏迷量表

项目	评分	评价内容
睁眼反应(E)	4	自己睁眼
	3	呼叫时睁眼
	2	疼痛刺激时睁眼
	1	任何刺激不睁眼
	5	正常
言语反应(V)	4	有错语
	3	词不达意
	2	不能理解
	1	无语言
	6	正常(服从命令)
非偏瘫侧运动反应(M)	5	疼痛时能拨开医生的手
	4	疼痛时逃避反应
	3	疼痛时呈屈曲状态
	2	疼痛时呈伸展状态
	1	无运动

应警惕继发性内环境严重失衡。

(3)体温:战创伤伤员因环境、失血、饥饿、代谢抑制,以及复苏治疗不恰当等因素常伴有体温异常,应常规监测体温。

(四)麻醉前准备

1. 一般准备

(1)条件允许时,将手术间室温调节在适宜范围($\geq 25^{\circ}\text{C}$)。

(2)备好输血输液加温装置,将体腔冲洗溶液预加热($37\sim 38^{\circ}\text{C}$)。

(3)准备适宜型号的双腔或三腔中心静脉导管、大口径($14\sim 16\text{ G}$)外周静脉套管针,必要时可采用 9 F 血管鞘和加压装置,用于快速输血输液;准备 18~20 G 动脉穿刺针,用于有创测压。

(4)备好动脉测压和 CVP 测压装置,提前预充传感器及相应管路。

(5)有条件时应准备快速静脉输液泵、微量注射泵、自体血回收装置、超声诊断仪等设备。

(6)基本气道管理装置包括普通喉镜、口咽或鼻咽通气道、喉罩、插管管芯、气管导管、甚至可视喉镜等。

(7)抽备麻醉诱导/维持用药、肌松药、急救用药,视伤情准备所需的血管活性药。

(8)完成血型鉴定和交叉配血。对中、重度失血性休克伤员,或伴有活动性出血、血流动力学不稳定的伤员,应提前与血库联系,及时启动大量输血方案(massive transfusion protocol, MTP)。如果交叉配血的(packed red blood cells, PRBCs)未能准备好,可先采用 O 型血应急。

2. 麻醉方式

(1)区域或神经阻滞麻醉:适用于单一肢体创伤伤员,也可作为全身麻醉的辅助手段。

(2)椎管内麻醉:适用于病情较轻、生命体征与生理机能稳定的下肢创伤伤员。休克、意识障碍、呼吸困难和凝血功能较差的伤员禁用椎管内麻醉。

(3)全身麻醉:适用于所有战创伤伤员的手术。危重、多发伤伤员应作为首选麻醉方式。在手术方案不确定及术中有可能出现进一步大量失血风险的伤员,应采用全身麻醉。

3. 麻醉药物

(1)对循环稳定伤员,可按常规选用麻醉药物。

(2)对循环不稳定、出血较多、内环境严重紊乱、有潜在低血容量的伤员,需在药物选择中注意以下几点:①静脉麻醉药首选依托咪酯,也可使用氯胺酮,循环不稳定时慎用丙泊酚;②适当减少芬太尼或舒芬太尼用量;慎用瑞芬太尼,若使用应采用滴定法;③肌肉松弛药可选用罗库溴铵、维库溴铵或顺式阿曲库铵,琥珀酰胆碱由于有升高胃内压及眼内压的作用,有误吸风险,应慎用;④吸入性麻醉药应以低浓度维持;⑤循环稳定后追加咪达唑仑,加强镇静、遗忘作用;⑥避免使用氧化亚氮(N_2O)。

(五)麻醉诱导与气道建立

创伤后由于胃内容物排空减慢,存在反流、误吸风险,尤其是昏迷伤员更需注意。不论实施何种麻醉方法,均应将伤员视为饱胃伤员处理。

全身麻醉诱导期间,需在压迫环状软骨下实施快速顺序麻醉诱导。具体流程为:①给氧去氮 8 L/min, 3 min, 诱导开始停止人工呼吸;②快速顺序注射药物进行麻醉诱导;③诱导开始后按压环状软骨,直至插入气管导管、套囊充气后;④气管内插管完成后加深麻醉,追加阿片类镇痛药物。

对未排除颈椎损伤的伤员实施全身麻醉和气管插管时,应始终维持颈椎的轴线稳定。

气道建立时,宜选可视喉镜。疑为困难气道者,可考虑使用纤维支气管镜或光棒进行气管插管。对于存在严重颌面部或咽喉部损伤,或血气胸伤员,宜先行气管切开或胸腔闭式引流。

(六)麻醉维持与管理

1. 监测

根据伤员病情危重程度监测心电图、脉搏血氧饱和度、呼气末二氧化碳分压($P_{ET}CO_2$)、有创连续血压、体温、Hb、电解质、尿量、中心静脉压、动脉血气等,有条件及病情需要时可扩展监测心排血量、SVV、TEG、凝血功能及麻醉深度等。

2. 术中管理

(1)静脉通道的建立:在中心静脉建立之前先建立 2 条大口径外周导管,然后再进行深静脉穿刺置管,并根据复苏情况调整外周和中心静脉通道的数量和输注速度。对腹部损伤者应开放上肢或颈部外周血管或深静脉。

(2)合理输血输液:对需要大量输血的伤员以合适比例匹配血液成分,必要时补充冷沉淀、纤维蛋白原。当出血被控制,凝血状况得到改善后,及时停止 MTP。此后可根据病情及实验室检查结果考虑使用其他促凝血药物和辅助药物,及时纠正低钙血症。

(3)纠正酸中毒:当 $pH < 7.2$, 对液体和血液成分治疗无反应时,应输注碳酸氢钠或氨基丁三醇(THAM)。

(4)维护凝血功能

①应用抗纤溶药物,创伤后 3 h 内给予氨甲环酸(负荷量 10 min 内 1 g,维持量 1 g/8 h);

②如果氨甲环酸无效可以考虑应用重组因子 VIIa(100 $\mu g/kg$);

③通过 INR 指导凝血酶原复合物的应用,可能对凝血因子不足所致凝血病有益。静脉注射推荐剂量为 25 U/kg (INR 2~4)、35 U/kg (INR 4~6)、50 U/kg (INR >6)。

(5)术中管理目标:SBP > 90 mm Hg, Hb 60~100 g/L, 体温维持 $\geq 36^\circ C$, INR < 1.5 (有条件时,推荐 TEG 或 Sonoclot 指导), BE -6~0, $pH > 7.2$ 。建议动态复查血气、电解质、凝血功能等指标指导麻醉与复苏。

3. 再评估与团队沟通

在初期和后续的诊断和治疗过程中,应注意及时发现可能存在的多发损伤,包括不稳定的颈椎损伤、多发性骨折、气胸或连枷胸、心脏挫伤或心包填塞、中枢神经系统创伤、颌面创伤、软组织器官刺伤或破裂引起的内出血等。

对经过液体、血液成分和酸碱平衡治疗而难以纠正的低血压,除考虑应用去甲肾上腺素和/或加压素外,应考虑是否存在上述多发伤可能引起的难治性低血压。及时与外科医师团队沟通病情并共同参与再评估和复苏是伤员成功救治的关键之一。

4. 术后管理

手术和麻醉结束前,提前联系 ICU 相关人员并通报病情,以便顺利转运伤员。转送过程中,确保气管导管、中心静脉和动脉导管、导尿管和各类引流管安全可靠。保持与术中相同的监测和管理目标继续复苏治疗,并及时预料和发现再回手术室紧急救治的可能性。

在 ICU 应继续采用多模式镇痛治疗,适度镇静,以利伤员的恢复。

五、特殊环境战创伤麻醉

(一)高原环境战创伤麻醉^[21]

1. 核心问题:防治高原低氧环境下战创伤伤员的低氧血症。

2. 麻醉管理注意事项:

(1)术前管理:①结合高原环境战创伤病理生理变化,评估伤员高原低氧环境适应程度;②用药种类和原则与平原地区相同,但应充分注意高原低氧和战创伤的影响,剂量应适当酌减,避免用药过量。

(2)术中管理:①术中监测应结合监护设备及症状、体征综合判断,不可片面依赖临床表现,以防被症状、体征假象误导;②无论选用何种麻醉方法,均应常规吸氧;③全麻期间重点防治低氧血症,严防通气不足、药物过量、呼吸抑制、气道梗阻、肌松药残余、高热、低血压等诱发或加重低氧的因素。

(3)术后管理:①宜采用清醒后拔管,拔管后鼓励伤员咳

嗽排痰,并早期活动;②高原低氧环境术后并发症发生率明显高于平原地区,建议术后常规转送 PACU 或 ICU;③麻醉后建议继续氧疗 24~48 h,以预防术后低氧血症;④术后镇痛应控制使用麻醉性镇痛药,推荐外周神经阻滞技术。术后镇痛期间出现意识、情绪变化,应鉴别原因,重点判别是否由于低氧血症所致。

(二) 海域环境战创伤麻醉

1. 核心问题:舰船环境与颠簸干扰、医务人员环境适应能力给手术和麻醉带来的影响。

2. 麻醉管理注意事项:

(1) 术前管理:①海域气候与风浪影响大,环境条件差、救治时间紧、抢救设施不完善,舰船空间受限,宜因地制宜结合实际做好手术和麻醉前准备;②加强医务人员培养和战前适应性训练,尽快适应工作环境和条件;③麻醉选择应遵循简单、易行、有效、安全的原则。船体摇摆大于 15°时,操作较为复杂的麻醉,如外周神经阻滞、椎管内麻醉等应慎用。④注意询问抗胆碱类抗晕药用药史,防治药物相互作用问题^[22]。

(2) 术中管理:①针对海域环境战创伤病理生理变化特点,重点防治低氧血症、低体温、水和电解质紊乱、渗透压改变、酸碱失衡和凝血功能障碍;②选用无创或微创监测。

(3) 术后管理:全麻伤员宜采用清醒拔管,苏醒期伤员更易发生恶心呕吐,建议常规应用止吐药和抑酸剂,负压吸引器应随时备用,时刻做好处置返流误吸的准备。

(三) 寒区环境战创伤麻醉

1. 核心问题:防治低体温、维持基本生命代谢。

2. 麻醉管理注意事项:

(1) 术前管理^[9]:①体温评估:评估伤员是否存在创伤性低体温,明确低体温类型、程度或分级;②心肺复苏:重度低体温伤员可能无法触及脉搏、难以测知血压,此种情况下若存在规律的心电节律(非颤动),应视为生命体征尚存,禁忌胸外按压,以免诱发室颤;③复温:无论是吸入麻醉药,还是静脉麻醉药,均具有不同程度的扩血管作用,可加重体热丢失。肌肉松弛药可消除寒战反应,不利于内源性产热。原则上,麻醉开始前均应进行有效的复温。主要措施:①被动外部复温:适用于轻度低体温伤员;②主动外部复温:可采用温毯覆盖、红外线灯照射、温水浸泡等;③主动核心复温:包括静脉输液输血加温、体腔冲洗液加温、吸入气加温湿化、体外循环复温等技术;④体外循环复温:可迅速恢复伤员体温和循环功能,适用于原发性、事故性低体温,尤其是心跳骤停伤员,但用于重症战创伤伤员须考虑出血问题。

(2) 术中管理:①应重点监测核心温度(鼓膜、食管、直肠或血液温度);②低体温条件下,药物代谢减慢,消除半衰期延长,体内平均驻留时间延长,血浆-效应室平衡速率减小;药物起效时间延长,有效作用时间延长,需注意调整用药策略^[23];③应根据伤情选择液体治疗策略,重视对输注液体的加温,可以采用保温柜预存或水浴槽加温,或加温器输注。

(3) 术后管理:①术后仍应延续术中保温治疗,继续监测体温。推荐应用充气保温毯覆盖或加温床垫装置;②完善的

术后镇痛有利于术后体温管理。

(四) 热带环境战创伤麻醉

1. 核心问题:高温高湿或高温干燥环境引起的机体内环境紊乱和酸碱失衡^[24]。

2. 麻醉管理注意事项^[25~28]:

(1) 术前管理:①结合热带环境下战创伤病理生理变化,评估伤员对热带环境适应和习服程度、活动耐量(即代谢当量,metabolic equivalent of energy, METs),METs 是反映伤员心肺功能储备和围术期应激耐受程度的重要指标;②询问热带病病史有助于麻醉处理;③围术期体温管理至关重要,有条件者需维持手术环境合适的温度和湿度,强调全程体温监测。

(2) 术中管理:①控制性低温适用于热射病或心肺脑复苏;②术前脱水可导致表观分布容积改变,药代学和药效学可发生相应变化,应予以考虑;③血液稀释技术有助于减少血栓事件。

(3) 术后管理:①推荐清醒后拔管;②热带高温环境下,伤员多呈不同程度脱水状态,血液浓缩、血流缓慢,慎防深静脉血栓(DVT);③加强术后护理,有助于降低高温高湿环境下术后感染。

(五) 核化战创伤麻醉

1. 核心问题:充分完善施救人员的自身防护,建立快速有效的救治体系,优先处理危及生命的伤情。

2. 麻醉管理注意事项:

(1) 术前管理:①对环境和伤员同时进行快速评估,确认污染源或传染源,确定伤情,做好伤员的洗消与救治人员的自身防护;急救药品须常规准备以应对突发险情。②核武器伤强调三级救治,即现场救治、地区救治和专科救治。救治原则为快速有效、保护救援者和被救援者、优先处理危及生命的创伤。③化学损伤三级救治强调现场救治、早期救治和医院救治。救治原则为防止继续中毒、特效抗毒治疗以及对症治疗,重点是维持呼吸循环稳定,必要时予以循环和呼吸支持。

(2) 术中管理:①必须始终保持伤员呼吸道通畅。由于核化损伤对气道的影响,口腔及气管粘膜可能会出现破溃或腐烂,为保护损伤的气道避免插管过程中的再损伤,应尽量采用可视化技术;必要时应尽早建立有创气道。②在完全去除沾染和恢复前必须密切观察伤员的呼吸情况。给氧可加速挥发性化学毒剂中毒伤员的恢复;如果伤员呼吸功能受损,必须应用自膨式简易呼吸器或呼吸机行人工机械通气;化学损伤的伤员可能存在呼吸衰竭的不确定性,应随时做好人工气道通气的准备。③推荐有创动脉压监测,必要时可以扩展血流动力学监测。④核化伤员麻醉药物药代动力学和药效动力学变化突出,在实施麻醉的各阶段,如诱导、维持和结束时均应密切观察伤员对药物的反应和生命体征,确保呼吸、循环功能稳定,避免脏器功能的进一步损伤。

(3) 术后管理:①核化损伤可导致多种并存伤害,多需中、远期治疗,术后应为后续的呼吸循环支持创造条件;②积极参与全身炎症综合征和多器官功能障碍等系统性疾病救治。

六、结 语

战创伤救治的首要任务是挽救生命,也同样是战创伤麻醉的基本原则。与平时创伤救治一样,麻醉医师处于战创伤救治的前沿,在复苏、气道管理、镇痛、呼吸与循环支持治疗、血液成分治疗、生命体征监测与调控方面发挥着重要作用。应充分了解战创伤的病理生理变化特点,尤其是特殊环境下战创伤的病理生理,了解战创伤定义、分类、评估,掌握战创伤手术和麻醉的理论知识和技术要点,不断提高战创伤救治能力。

战创伤麻醉指南专家成员名单:邓小明(海军军医大学长海医院)、米卫东(负责人,解放军总医院)、孙立(解放军总医院)、李军(海军总医院)、李洪(陆军军医大学新桥医院)、李伟彦(原南京军区总医院)、张铁铮(共同执笔人,原沈阳军区总医院)、陈晖(武警总医院)、陈国忠(原南京军区福州总医院)、袁红斌(海军军医大学长征医院)、耿智隆(原兰州军区总医院)、高成杰(原济南军区总医院)、曹惠鹏(原沈阳军区总医院)、梁华(解放军第 5 医院)、屠伟峰(原广州军区总医院)、葛衡江(共同执笔人,陆军军医大学大坪医院)、董海龙(空军军医大学西京医院)、鲁开智(陆军军医大学西南医院)、张宏(顾问,解放军总医院)、徐建国(顾问,原南京军区总医院)、熊利泽(顾问,空军军医大学西京医院)

参 考 文 献

- [1] McCunn M, Dutton RP, Dagal A, et al. Trauma, critical care, and emergency care anesthesiology: a new paradigm for the "acute care" anesthesiologist? *Anesth Analg*, 2015, 121(6): 1668-1673.
- [2] Smith CE. *Trauma Anesthesia*. Cambridge University Press, 2008: 1-8.
- [3] 王正国, 主编. 野战外科学. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 7-12.
- [4] Chang R, Cardenas JC, Wade CE, et al. Advances in the understanding of trauma-induced coagulopathy. *Blood*, 2016, 128(8): 1043-1049.
- [5] 虞积耀, 王正国, 主编. 海战外科学. 北京: 人民军医出版社, 2013: 97-104.
- [6] 虞积耀, 赖西南. 海战伤合并海水浸泡伤的伤情特点及救治技术研究进展. *解放军医学杂志*, 2004, 29(12): 1017-1019.
- [7] 胡明, 姜涛, 韩善桥. 海水浸泡对大鼠腹部开放性病理学变化及电解质平衡的影响. *中国预防医学杂志*, 2010, 11(6): 582-584.
- [8] 虞积耀, 赖西南, 李辉. 战伤合并海水浸泡动物生存时间及死亡率的实验研究. *解放军医学杂志*, 2005, 30(3): 268-269.
- [9] Soreide K. Clinical and translational aspects of hypothermia in major trauma patients: from pathophysiology to prevention, prognosis and potential preservation. *Injury*, 2014, 45: 647-654.
- [10] Mitra B, Tullio F, Cameron PA, et al. Trauma patients with

- the 'triad of death'. *Emerg Med J*, 2012, 29(8): 622-625.
- [11] 李佳男, 邹彬, 曹惠鹏, 等. 低温环境下七氟醚对失血性休克猪脑损伤的影响. *中华麻醉学杂志*, 2015, 35(12): 1491-1494.
- [12] Sharma HS, Hoopes PJ. Hyperthermia induced pathophysiology of the central nervous system. *Int J Hyperthermia*, 2003, 19(3): 325-354.
- [13] Chen GM, Chen YH, Zhang W, et al. Therapy of severe heatshock in combination with multiple organ dysfunction with continuous renal replacement therapy: a clinical study. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(31): e1212.
- [14] John F. Butterworth, David C. Mackey, John D. Wasnick, et al. *Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology*, 2013: 775-784.
- [15] Miller RD, Cohen NH, Eriksson LI, et al. *Miller's Anesthesia*. 2015: 2692-2698.
- [16] 邓小明, 姚尚龙, 于布为, 等. 现代麻醉学. 第 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 1525-1534.
- [17] Duchesne JC, Hunt JP, Wahl G, et al. Review of current blood transfusions strategies in a mature level trauma center: were we wrong for the last 60 years? *J Trauma*, 2008, 65(2): 272-276.
- [18] Sakorafas GH, Peros G. Principles of war surgery: current concepts and future perspectives. *Am J Emerg Med*, 2008, 26(4): 480-489.
- [19] Ball CG. Damage control resuscitation: history, theory and technique. *Can J Surg*, 2014, 57(1): 55-60.
- [20] Tien H, Beckett A, Garraway N, et al. Advances in damage control resuscitation and surgery: implications on the organization of future military field forces. *Can J Surg*, 2015, 58(3 Suppl 3): S91-S97.
- [21] Luks AM, Swenson ER, Bärtzsch P. Acute high-altitude sickness. *Eur Respir Rev*, 2017, 26(143).
- [22] 李军. 医院船与海上麻醉//蔡懿灵, 韩志海, 主编. 海军特种伤病学. 第二军医大学出版社, 2016, 210-215.
- [23] 杜薇, 刁玉刚, 周锦, 等. 低温环境暴露对失血性休克猪全麻期间血流动力学和氧代谢的影响. *中华麻醉学杂志*, 2017, 37(2): 247-250.
- [24] Leon LR, Helwig BG. Heat stroke: role of the systemic inflammatory response. *J Appl Physiol*(1985), 2010, 109(6): 1980-1988.
- [25] Chen GM, Xu HN, Gao LF, et al. Effects of continuous haemofiltration on serum enzyme concentrations, endotoxemia, homeostasis, and survival in dogs with severe heat stroke. *Resuscitation*, 2012, 83(5): 657-662.
- [26] Leon LR, Bouchama A. Heat stroke. *Compr Physiol*, 2015, 5(2): 611-647.
- [27] 王运斗, 裴国献. 高温高湿环境下战创伤阶梯救治体系研究. *军事医学科学院院刊*, 2005, 29(1): 69-71.
- [28] 裴国献. 重视热带地区战创伤救治研究. *解放军医学杂志*, 2003, 28(4): 285-288.

(收稿日期: 2015-10-25)