

· 专家共识 ·

核化生战创伤麻醉指南

全军麻醉与复苏专业委员会, 中华医学会麻醉学分会

DOI: 10.3969/j.issn.2096-2681.2020.02.005

核化生武器具有杀伤力大、隐蔽性强,会对人的生理和心理造成巨大创伤,致使其麻醉管理与救治极具挑战性。核化生损伤主要见于战争、恐怖袭击及意外事故等。本指南以全军麻醉与复苏专业委员会制定的《战创伤麻醉指南(2017)》为基础,结合核化生战创伤的特点,进一步细化其麻醉与救治策略,指导麻醉科医师及相关救治人员对核化生战创伤伤员进行快速、正确的评估和及时有效的处置,以提高我军战创伤救治能力。

1 核化生武器及杀伤特点

1.1 核武器

核武器又称原子武器,包括原子弹、氢弹和中子弹,利用原子核裂变或聚变反应瞬间释放巨大能量,通过光辐射、冲击波、早期核辐射和放射性沾染(前3种系瞬时杀伤因素)起杀伤破坏作用,具有杀伤范围大、程度重、因素多、持续久、防护难等特点。

1.2 化学武器

通过爆炸、热分散或布洒等方式释放有毒化学品或化学战剂,使人致死、致伤、失能。具有剧毒性、多样性、空气流动性等特点,杀伤范围广、伤害途径多及持续时间长。

1.3 生物武器

通过各类弹头、炸弹和气溶胶发生器传播致病微生物(如细菌、病毒、立克次体等)及其毒素和基因,对人、畜、农作物产生伤害。具有污染范围广、传染性和致病力强、伤害途径多、危害时间长等特点。

2 致伤机制与病理生理特点

2.1 呼吸系统

核武器可导致呼吸系统直接或间接损伤。早期表现为充血、出血、肺水肿或肺不张;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导致死亡的主要原因。化学战剂可致喉痉挛、声门水肿、支气管黏膜坏死等,引起呼吸道炎症、呼吸道梗阻、肺水肿、急性重度肺损伤,甚至窒息。生物战剂炭疽可致出血性坏死性支气管肺炎、纵膈炎、肺间质水肿、出血及炎细胞浸润,重者可发生中毒性休克和弥散性血管内凝血(disseminated intravascular coagulation, DIC);鼠疫导致小叶性或小叶性出血坏死性肺炎,甚至脓毒症^[1]。

2.2 循环系统

核武器可致心肌细胞坏死、纤维断裂、出血等,继发心功能障碍。化学战剂可致心肌损伤、心律失常、缺氧和电解质紊乱、中毒性肺水肿、肺心病、甚至循环衰竭。生物战剂可致脓毒症,其中霍乱等可致大量体液和电解质丢失,引起循环衰竭。

2.3 神经系统

核放射剂量在50 Gy以上可致脑型放射病及急性放射性脊髓损伤^[2],甚至脑水肿。神经性化学战剂或窒息性战剂可造成中毒性脑病、多发性神经病变,中毒恢复期引发神经衰弱或自主神经功能失调。生物战剂可导致脑膜炎、脑炎或谵妄昏迷等。

2.4 消化系统

核化武器可致消化道黏膜充血、水肿甚至溃疡,

《核化生战创伤麻醉指南》编写组

负责人: 米卫东(解放军总医院第一医学中心), 张铁铮(北部战区总医院)

顾问: 张宏(解放军总医院第一医学中心), 徐建国(东部战区总医院)

共同执笔人: 孙立(解放军总医院第一医学中心), 高成杰(解放军第960医院), 马亚群(解放军总医院第七医学中心)

工作秘书: 郭旭(解放军总医院第一医学中心), 郭航(解放军总医院第七医学中心), 高升润(解放军第960医院)

编写组成员: (按姓氏笔画排序)

刁玉刚(北部战区总医院), 马亚群(解放军总医院第七医学中心), 刘秀珍(解放军总医院第八医学中心), 米卫东(解放军总医院第一医学中心), 孙立(解放军总医院第一医学中心), 张铁铮(北部战区总医院), 郝建华(解放军总医院第四医学中心), 高成杰(解放军第960医院), 葛衡江(陆军特色医学中心)

肝脏、胰腺充血。生物战剂如霍乱、埃博拉病毒可致腹痛、水样腹泻,恶心呕吐、痉挛等,出现血便或柏油便;炭疽伤员主要表现为腹膜炎或炭疽脓毒症。

2.5 血液系统

核辐射一次全身均匀照射超过0.5~1.0 Gy,会导致外周血白细胞和血小板减少,照射后约3周达到最低水平;受照1.0 Gy以上可致骨髓型放射病。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,重者发生急性肾功能衰竭、休克、多器官功能衰竭,甚至死亡。

2.6 泌尿系统

核辐射物质铀可引起肾小管上皮细胞变性、坏死和脱落,大剂量可致肾小球坏死,甚至肾衰竭;一般早期出现间质水肿,晚期出现肾曲管上皮萎缩、间质纤维增生,终致肾硬化^[3]。化学战剂如芥子气可致中毒性肾病、肾衰竭等。生物战剂如类鼻疽可致膀胱炎、肾盂肾炎等。

2.7 其他

光辐射可引起体表皮肤、黏膜直接烧伤;核爆炸的强光刺激可造成暂时性视力障碍;眼底烧伤可致白内障,甚至失明;内分泌、免疫系统等均可受累。生物战剂可致高热、肌痛及变态反应性疾病等。

3 核心问题与救治原则

核化生战创伤救治的核心问题是建立快速有效的救治体系,充分完善施救人员的自身防护,优先处理危及生命的伤情。

核化生战创伤强调现场救治、早期救治和专科治疗,救治原则是快速有效地保护救援者和被救援者,同时遵循分级治疗原则。应使伤员尽早脱离有害环境、防止污染扩散、彻底洗消、特效抗毒、对症治疗。

核化生损伤危及生命的主要致病因素为中枢及外周呼吸抑制、气道损伤和肺损伤,由此导致的呼吸功能障碍乃至衰竭是死亡的主要原因。解除呼吸道梗阻、支持呼吸循环功能是核化生战创伤早期救治的基本措施。

4 麻醉与救治

核化生损伤是一类特殊环境下的战创伤,参与救治的医疗机构、手术室应设置核化生污染伤员专用通道,具备处理各类污染并防止污染扩散的条件。

4.1 现场评估与紧急救治

4.1.1 现场防护 进入核化生救治现场前,救援人员应做好个人防护,包括穿戴防护服、防毒面罩,服用针对性防护药物;熟悉除沾染技术,确认污染源或传染源。

4.1.2 现场评估 由于核化生损伤通常具有污染严重及伤员批量大的特点,应对周围环境和伤员同时进行快速评估,包括安全性、伤亡人数、受伤机制、创伤严重程度和环境风险等;应遵循ABCDE的原则,即气道、呼吸、循环、意识与肢体活动,全身显露的五步骤方法进行检伤分类和确定救治优先顺序^[4]。

4.1.3 现场急救 基于战创伤救治“白金十分钟”和“黄金一小时”的理念,缩短现场滞留时间和转运时间非常重要^[5]。应将伤员转移至安全地带,去除外衣、鞋袜等沾染物或进行洗消。查看伤员皮肤、眼睛、口腔及呼吸道损伤情况,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。及时给予抗放药、解毒剂等针对性药剂^[6]。昏迷伤员应置于安全体位(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,立即行环甲膜穿刺/置管;必要时给予气管插管、切开通气。应用自膨式复苏呼吸囊-活瓣面罩或呼吸机行人工机械通气。同时,关注循环及镇痛。

4.2 麻醉前评估

伤员送达医疗机构后,麻醉医生应通过卫生员或其战友、伤票或野战病历等了解伤病史,按照AMPLE步骤进行快速病史采集:(1)过敏/气道状况(Allergies/Airway problems);(2)用药情况(Medications);(3)既往病史(Past medical history);(4)最近进餐情况(Last meal);(5)环境/事件(Environment/event)。同时,应对伤员伤情进行再评估:(1)生命体征;(2)气道;(3)头面部、颈椎、心脏和肺部;(4)出血部位和出血量;(5)胸部、腹部和其他损伤^[7]。关注凝血功能、内环境、体温等。

4.3 麻醉选择

针对损伤特点结合下列因素确定麻醉方式:(1)救治环境和基础设施;(2)大规模伤亡时可能出现的工作负荷;(3)伤情或致伤机制的影响。此类伤员术前多存在呼吸循环不稳定、伤情复杂,因此,局部麻醉、神经阻滞麻醉和椎管内麻醉的实施受限,

推荐采用全身麻醉。

4.4 麻醉前用药

针对致伤机制确定术前用药种类,并减量应用,避免呼吸循环抑制。对失能性毒剂伤员,禁用阿托品;对神经毒剂伤员,应了解此前阿托品用药情况,必要时重复给药。

4.5 麻醉药物选择

尽管脱离致伤环境,核化生致伤因素对伤员病情仍存在一定程度的持续作用,化生战剂或解毒剂与部分麻醉药物之间相互影响。因此,麻醉药物的种类及剂量,应根据病情变化调整麻醉药物的种类及剂量。

4.5.1 吸入麻醉药 推荐七氟醚低浓度吸入,以减轻肺水肿或缓解肺损伤^[7];慎用氧化亚氮。

4.5.2 静脉麻醉药 慎用丙泊酚,以免加重循环抑制;氯胺酮虽有较强精神副作用,但仍推荐在伤员的早期镇痛和麻醉中适量使用;S-氯胺酮的麻醉效能增强,不良反应较少,更为安全有效。核损伤致肾上腺皮质功能受损者,不宜选用依托咪酯。

4.5.3 肌肉松弛药 饱胃、挤压伤或大面积烧伤伤员,禁用琥珀胆碱;若需快速序贯诱导,可用罗库溴铵(0.9~1.2 mg/kg)替代。术中首选不经肝肾代谢的药物,如顺式阿曲库铵。化生战剂对神经肌肉接头的毒性作用可影响骨骼肌功能和肌松药的强度及残余效应,应在肌松监测指导下,调整药物用量。

4.5.4 阿片类药物 对芬太尼衍生物气溶胶中毒伤员,实施手术麻醉过程中,应用阿片类药物应酌情减量,并密切观察其相互间的协同作用。

4.6 麻醉监测

为快速和准确判断呼吸道及肺部损伤程度与救治效果,须重点监测气道压力、肺顺应性、氧合指数、呼气末二氧化碳分压、动脉血气等;对核化生导致的心脏损伤伤员,推荐使用经食道或经胸超声心动监测等各类心功能监测技术和心肌酶谱检测;对产生中枢神经毒性或损伤的伤员,推荐采用麻醉深度、经颅多普勒脑血流、脑氧饱和度等可判断和鉴别脑损伤程度的监测手段;对沙林等造成神经肌肉接头损害的化学战剂伤员,应强调神经肌肉功能监测,以判定损伤程度及救治效果,并指导肌松药的使用;对霍乱、炭疽等生物战剂致伤者,重点监测循环、水电解质及酸碱平衡、渗透压、凝血与纤溶功能等。

4.7 麻醉诱导与人工气道建立

(1) 核化生损伤常致口咽腔、喉头及气管黏膜损伤。对此类伤员慎用声门上气道工具。轻度损伤者,气管插管操作应尽量采用可视化技术,避免再次损伤;损伤程度较重或严重颌面部及咽喉部损伤者,先行环甲膜穿刺置管或气管切开。严重核冲击伤易导致脊柱损伤,对颈椎不稳定者,应采取颈椎轴向稳定法气管插管。伴有血气胸者,诱导前先行胸腔闭式引流。

(2) 早期救治时所有伤员均应视为饱胃,采取快速序贯诱导方法行气管插管,禁用使胃内压增高药物如琥珀胆碱等。环状软骨压迫即 Sellick 手法,推荐持续用于从伤员失去保护性气道反射至确认气管导管位置、套囊充气后的整个紧急气道管理过程。

4.8 呼吸管理

4.8.1 麻醉前 常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。吸氧治疗有利于加快挥发性化学毒剂经呼吸道的排出。对食入或吸入性中毒伤员,不宜实施口对口人工呼吸。气道毒性损伤及肺血流灌注不足可引起通气/血流比值异常,紧急诱导和气道建立前应给予更长时间的预氧合。

4.8.2 麻醉期间 推荐采用围术期肺功能保护策略,以减轻机械通气相关肺损伤。可采用低潮气量和最佳呼气末正压通气^[7]。肺内分流与肺水肿可影响肺泡有效通气量和吸入麻醉药的摄取,通过对伤员生命体征、麻醉药物浓度及麻醉深度监测,客观判断麻醉药物效果,调整麻醉药物用量。对于呼吸功能衰竭、常规手段治疗无效的重危伤员,可应用体外膜肺氧合技术进行支持。炭疽伤员术中通气使用一次性管路,并注意滤过防护和消毒。

4.8.3 麻醉后 合理掌握拔管时机,必要时延长机械通气时间。尤其是有机磷类神经毒剂中毒伤员,可能出现“中间综合征”,表现为间歇性(1~4 d)、反复发作的肌肉麻痹,应将呼吸支持延至更长时间。合并肺水肿、急性呼吸窘迫综合征者需要长期呼吸支持,应转入重症监护病房(ICU)继续治疗。

4.9 循环管理

(1) 对有心肌损伤的伤员,应根据心脏超声及心肌酶谱等监测和检测指标变化情况,有针对性采取心肌保护措施,动态调整心脏功能,合理使用血管活性药物。由于心肌损伤导致心肌顺应性降低,对液体治疗耐受的安全范围变窄,推荐使用个体化目

标导向液体治疗^[4]。

(2) 核武器的热辐射会导致大面积烧伤,并常伴有心肺功能损伤。液体治疗策略强调应用等渗晶体液,醋酸或乳酸钠林格液优于白蛋白、羟乙基淀粉、高渗盐水和血液制品^[8],尤须注重客观指标监测下的个体化液体治疗。

(3) 对于霍乱等生物战剂所致极严重脱水、电解质紊乱乃至循环衰竭的伤员,液体治疗为其核心技术。输液原则为早期、迅速、适量,先盐后糖,先快后慢,纠酸补钙,见尿补钾。晶体液宜选用与人细胞外液更相近的醋酸或碳酸林格液。早期经口补液治疗也是有效方法之一,尤其适用于成批伤员救治。炭疽毒素可致血管内皮损伤,血管通透性增加,液体外渗,导致有效循环血容量减少,液体复苏时首选晶体液,推荐限氯晶体液。对于充分液体复苏后依然低血压者,推荐去甲肾上腺素作为首选血管活性药物^[9]。

4.10 毒剂拮抗

化学战剂损伤必要时再次给予特效解毒药。生物战剂损伤则需针对性给予抗生素或抗病毒药物;霍乱伤员首选四环素,炭疽伤员治疗和预防首选青霉素 G,若耐药可选用环丙沙星(400 mg/8 h)。

4.11 血液管理

中重度骨髓放射病伤员,尤其是处于极期者,骨髓造血功能出现严重障碍,血管脆性和通透性增高,导致全血细胞减少,持续1~2周;血小板减少和功能障碍,严重影响凝血功能。芥子气中毒8 h后大量造血细胞崩解死亡,1~3 d骨髓造血细胞减少,镜下影像呈“荒芜”状。吸入性炭疽持续加重易导致弥散性血管内凝血。在早期急救或后期专科治疗时,需密切观察伤员出血征象,手术和麻醉前应当准确评估和对因处理,根据指征及时输注浓缩红细胞,或新鲜冰冻血浆、血小板、冷沉淀等血液成分,维持血液的正常功能。

4.12 麻醉后管理

核化生伤员初期手术后转入麻醉恢复室或重症监护室内监测和继续治疗,转运过程中应全程吸氧并使用便携式监护仪监测生命体征,保证气管导管等各类管道安全。后续治疗中应保持与术中相同的监测和管理目标,并及时预料和发现再回手术室紧急救治的可能性。生物战剂中许多传染性制剂可引起非常严重的炎症反应和器官功能障碍,麻醉后恢

复和伤后重症监测与治疗是十分重要的环节。

5 特殊问题及处理

核化生战创伤的特殊性及其早期防治需要引起麻醉医生的特别关注,在确定伤员损伤类型后,对其在围手术期存在的持续作用给予针对性治疗至关重要。

5.1 核放射性损伤处理

遵循“先救命后去污、边抢救边去污”的原则,生命体征稳定后进行精细洗消^[10]。具体措施包括消除体表沾染如生理盐水冲洗、消毒纱布擦拭等;加速排出,如咳痰、吸入高流量氧;应用抗辐射药物,如稳定性碘剂(碘化钾、碘酸钾)和络合剂(多羧多氨基络合剂、巯基络合剂);肺灌洗可用于吸入大量贫铀气溶胶的伤员;刺激咽部或1%硫酸铜25 mL催吐、生理盐水或小苏打水洗胃等方法可减少胃肠道吸收;肥皂水或大量温水冲洗皮肤或伤口可减少局部直接吸收,必要时可选用表面活性剂或络合剂;地塞米松、20%甘露醇和利尿剂等可用于脑水肿的预防和治疗;积极处理其他并发症。

5.2 化学战剂损伤处理

(1) 神经毒剂:即有机磷化合物。通气支持;静脉同时注射阿托品2 mg和氯解磷定(2-PAM)600 mg,必要时每4~6 h注射1 g 2-PAM。(2) 糜烂性毒剂:硫芥子(芥子气)、路易氏剂。可联合应用硫代硫酸钠、维生素E和地塞米松。(3) 肺损伤毒剂:光气。合理应用机械通气及类固醇类激素。氨茶碱可升高环磷酸腺苷的水平,对暴露光气可能具有保护作用^[11]。(4) 全身中毒性毒剂:氢氰酸。可肌注抗氰急救针,必要时可用25%硫代硫酸钠溶液50 mL(小儿剂量50%溶液1.65 mL/kg),联合静脉内用亚硝酸钠300 mg(小儿剂量3%溶液0.15~0.33 mL/kg),推注10 min以上。(5) 失能性毒剂:毕兹。可服用解毕灵片,亦可肌注解毕灵注射液1~15 mg或7911注射液1~2 mL。必要时1~2 h重复半量给药。伤员出现心率减慢、多汗等症状时停药。纠正酸中毒,防治脑水肿及肾功能不全等并发症。(6) 刺激性毒剂:苯氯乙酮。吸纯氧并立即使用肥皂水或清水冲洗皮肤或眼睛20 min以上;呕吐者,应保持身体前倾或仰卧时头部侧倾,避免误吸;意识不清者,则保持复苏体位,禁食;若呼吸心跳停止,应立即心肺复苏。

参考文献:

- [1] 王翠娥. 生物恐怖威胁特点及医学防御对策[J]. 解放军医学杂志, 2005, 30(1): 15 - 18. DOI: 10. 3321/j. issn: 0577 - 7402. 2005. 01. 005.
- [2] 王德文, 刘耀. 反恐应急救援[M]. 2 版. 北京: 人民军医出版社, 2012: 366 - 372.
- [3] 陈景元, 土丽艳, 杨耀锦. 核化生应急医学救援[M]. 西安: 第四军医大学出版社, 2015: 36 - 51.
- [4] 全军麻醉与复苏专业委员会战创伤麻醉指南编写组. 战创伤麻醉指南(2017) [J]. 麻醉安全与质控, 2017, 1(6): 283 - 294. DOI: 10. 3969/j. issn. 2096 - 2681. 2017. 06. 001.
- [5] LERNER E B, MOSCATI R M. The golden hour: scientific fact or medical "urban legend"? [J]. Acad Emerg Med, 2001, 8(7): 758 - 760. DOI: 10. 1111/j. 1553 - 2712. 2001. tb00201. x.
- [6] BORAK J, CALLAN M, ABBOTT W. Hazardous materials exposure: emergency response and patient care [M]. NJ: Prentice Hall Inc, 1991: 154 - 171.
- [7] MILLER R D. 米勒麻醉学[M]. 邓小明, 曾因明, 黄宇光, 译. 8 版. 北京: 北京大学医学出版社, 2016: 631 - 633, 2249 - 2250.
- [8] BUTTERWORTH J F, MACKEY D C, WASNICK J D. 摩根临床麻醉学[M]. 王天龙, 刘进, 熊利泽, 译. 5 版. 北京: 北京大学医学出版社, 2015: 591 - 592.
- [9] 中华医学会重症医学分会. 中国严重脓毒血症/脓毒性休克治疗指南(2014) [J]. 中华内科杂志, 2015, 54(6): 557 - 581. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0578 - 1426. 2015. 06. 021.
- [10] 孙海, 王东胜, 尹宗江. 军队机动医疗分队展开布局与工作流程[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 2008: 200 - 203.
- [11] KENNEDY T P, MICHAEL J R, HOIDAL J R, et al. Dibutyl cAMP, aminophylline and beta-adrenergic agonists protect against pulmonary edema caused by phosgene[J]. J Appl Physiol(1985), 1989, 67(6): 2542 - 2552. DOI: 10. 1152/jappl. 1989. 67. 6. 2542.

(本文编辑: 谢彦菊)

读者·作者·编者

本刊常用统计学方法

常用统计学方法: 分类(名义分类或等级分类) 资料用 χ^2 检验、Ridit 分析, 区间变量均数组间比较用 t 检验、 F 检验、秩和检验(适用于呈偏态分布的区间变量)。 χ^2 检验的适应范围: 当总样本含量(n) > 40 , 理论频数(T) > 5 时, 用 χ^2 检验的基本公式; 若 $n > 40$, $1 < T < 5$ 时, 用校正 χ^2 检验; 若 $n < 40$ 或 $T < 1$ 时, 用 χ^2 检验的确切概率法。 t 检验、 F 检验均适用于呈正态分布的区间变量, t 检验常用于配对设计的差值均数与总体均数 0 的比较(如治疗前后比较)、成组设计的两小样本均数的比较, 成组设计的两大样本均数的比较用 u 检验; F 检验是一揽子比较(只能发现两组以上区间变量均数的差异是否存在统计学意义, 而不能发现是哪两组差异存在统计学意义), 多个样本均数间的两两比较可用事后检验(Post Hoc), 常用 LSD 法、SNK 法、Dunnett' t 法、Dunnett' s T_3 (方差不齐)、Tamhane' s T_2 (方差不齐) 等。显著性水准只取 $P < 0. 05$ 和 $P < 0. 01$, 若用 SPSS、SAS 软件等进行统计学处理, 也可给出具体的 P 值。