

·灾难医学救援专题·

地震狭窄空间救援技术与装备的特殊性

刘亚华 杨慧宁 郑静晨

地震后受灾群众通过自救互救可以将一些浅层压埋伤者救出;辖区内或省市内救援队也可以通过机械化挖掘、顶升工具将困压在厚重预制板下的伤者成功救出;而救援难度最大的是对狭窄空间(confined space)内人员的救援,需要特殊化的救援装备和技术。建筑物倒塌后形成的狭窄空间为受困者提供了较大的生存概率,但该倒塌结构又具有救援难度最大的特点,因此,地震狭窄空间救援能力直接反映了城市救援队(Urban Search and Rescue Team, USAR)的专业水平。本文结合救援实践中遇到的问题探讨如何进行个体化狭窄空间救援。

1 狭窄空间与狭窄空间救援

国际及世界各国的职业安全机构均制定了针对狭窄空间职业安全规章制度,引用美国国家职业安全健康研究所对 confined space 的定义,即特指一个进出受限、空间内足够使人员进入并进行一定相关操作、可能存在有毒气体、并非为雇员持续工作而设计的空间;而美国标准学会在前一定义的基础上扩增了危险因素的范畴,只要人员在该空间内面临潜在未知或已知危险因素就都称为狭窄空间。因此,即使是同一个国家对狭窄空间的定义也有细微的不同,国内关于 confined space 也有不同的译文,如狭小空间、狭窄空间、受限空间、密闭空间,从所在文中内容看它们的特性都是一致的,在本文中统一称为狭窄空间。目前在救援领域,专家们认为,在符合狭窄空间的结构特点前提下,只要空间内存在潜在的危险,如有毒气体中毒、粉尘窒息、液体淹溺、泥砾掩埋、墙体坍塌压埋等,该空间都属于狭窄空间,在狭窄空间内实施的救援就称为狭窄空间救援。

狭窄空间救援有严格的操作流程和监督制度,首先是要求施救者经过相关培训并具备狭窄空间救援资格认证。其次是对空间内危险因素的排查,如运用有毒气体监测仪测试空间内气体;对密闭空间提前通风;相关结构专家对空间构造安全系数的评估等。施救者开展救援前应配备相应的个人防护装备;有专人负责救援全过程的安全监督,以防施救者遇到危险时无人救助。在化工、电力、矿业、建筑等具有船舱、储罐、坑、塔等作业区的行业,狭窄空间救援开展得较早,并得到行业的高度认可,狭窄空间救援演练已常规化。而地震救援中对地震所致狭窄空间内的救援近期才得到重视,其医疗

指导已被 2012 年国际搜索与救援指南和方法(International Search and Rescue Advisory Group: guidelines and methodology, 简称 INSARAG 指南)所推荐。

2 地震狭窄空间救援的特殊性

地震对建筑物的损害程度与地震震级、震源深度、建筑物材料和结构、灾区地质结构等多方面因素相关。发现幸存者并开展救援时,首先要保证施救者自身的安全,这就要求救援队中有相关专家对施救现场进行安全评估,提高因余震导致二次坍塌威胁受困人员和救援队员安全的防范意识。同时还要求救援队员在搜索到幸存者、制定营救方案前必须了解救援现场,怎样能够安全、高效地将受困者救出,需要什么性能的营救工具才能在顶升、挖掘、切割预制板时不对空间内人员造成伤害。将受困者救出不止是搜索和营救队员的责任,同时也是救援队医疗人员的责任。医疗贯穿于救援始终,即体现在医疗人员参与营救方案的制定与选择,还体现在医疗人员与营救人员一起进入狭窄空间,在营救的同时开展医疗救助与心理疏导,这样才能最大限度地降低受困者的受伤程度。

3 地震狭窄空间救援实践分析

2008 年 5 月 12 日四川汶川发生 8.0 级特大地震,中国国家地震灾害紧急救援队在震后 9 h 内到达灾区,随后在都江堰市、绵竹县汉旺镇、汶川县映秀镇、北川县 4 个城镇开展搜救与医疗工作,成功从废墟下营救幸存者 49 名。这 49 名幸存者一部分是救援队经搜索排查首次发现,一部分是当地群众已发现但无法经过自救互救,或者是未配备专业器械救援队无法成功救出,所以幸存者的受困到被成功救出的时间长短与中国国家地震灾害紧急救援队到达受困现场的时间相关,为 15.48 ~ 164.23 h。按照狭窄空间的定义,即受限的出入口、内在空间足够队员展开营救与急救,地震倒塌建筑物并伴随现场救援可能遇到二次坍塌等危害因素,将这 49 名幸存者所处空间分为狭窄空间与非狭窄空间。统计发现,32 名为狭窄空间救援,占救援队所承担救援任务的 65.31%,营救成功用时为 1.17 ~ 38.67 h,明显要长于另 17 名非狭窄空间救援,后者的营救成功用时为 0.17 ~ 6.17 h。

4 狭窄空间救援对搜救技术与装备的特殊要求

中国国家地震灾害紧急救援队是一支通过联合国国际搜索和救援顾问团评估认证的重型救援队,具备对钢筋混凝土或钢框架结构建筑物倒塌废墟的搜救能力,而要完成各种倒塌结构下的救援任务,则需掌握科学的搜救技术、具备先进的搜救装备。根据现场救援实践,绝大部分难度大的救援任务都是处于狭窄空间内,这就要求搜救装备应具备体积小、

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2013.05.008

基金项目:全军“十二五”重点项目(BWS11J076);卫生部重大行业专项(201302003)

作者单位:100039 北京,武警总医院急救医学中心(刘亚华),灾害救援医学研究所(杨慧宁、郑静晨)

通信作者:郑静晨,Email: anew118@hotmail.com

轻便,更重要的是要有实用特征。实用性一是体现在符合人体工程学要求;二是应根据空间大小进行组合、调整;三是采取无线支持,避免线路缠绕;四是对于营救装备动力的选择要考虑气动、电动、液压和手动的适用性。在 2013 年 4 月 20 日的四川芦山 7.0 级地震中,中国国家地震灾害紧急救援队首次运用空中无人机、搜救队地面搜索与微型机器人狭窄空间内搜寻相结合,提高了搜救能力。另外,对于狭窄空间内救援的个人防护装备则应防割、防燃、防水;配备头盔防止余震致废墟二次坍塌危及生命;配备眼罩、口罩防尘、防岩砾。需要强调的是,重型救援队还应具备空间内其他危险因素如有毒气体的检测装备,减少施救者可能会遇到的危险。

5 狭窄空间救援对现场急救技术与装备的特殊要求

医疗贯穿于救援始终是现代灾害救援的重要理念,即在行动前营救路径的设定、狭窄空间内生命安全保障及心理支持、医疗后送等多环节都起着重要作用。狭窄空间内的急救与日常医疗工作有着明显不同,首先是空间的限制,不仅限制进入人员的数量,限制空间内人员的操作,还对医疗人员的急救技术以及所使用的医疗装备有特殊的要求^[1]。以发现幸存者到能接近他进行医疗操作如补液、包扎、固定等为现场急救展开时间,从汶川地震中国国家地震灾害紧急救援队救出的 49 名幸存者数据来看,狭窄空间的平均现场急救展开时间(1.38 h)比非狭窄空间(0.19 h)要明显滞后。了解地震

灾害所致伤情特点才能有针对性地提高急救技术,创伤及感染、挤压伤与挤压综合征是威胁幸存者的最主要伤情,建立在第一时间进行止痛、扩容、抗感染治疗的科学理念,是现场急救工作的重中之重;并能根据现场空间特点因地制宜进行包扎、固定,或特殊的头位心肺复苏术,体现狭窄空间医疗急救技术的灵活性。中国国家地震灾害紧急救援队现有携行的急救背囊具有呼吸支持、循环支持、生命体征监测、外伤紧急处置等耗材及设备,如要适应倒塌现场特殊性,须改进输液装置克服狭窄空间的困扰;配备抗菌敷料加强早期伤口抗感染力度;配备富氧、携氧溶液克服现场急救氧源匮乏难题;配备轻便、携行监测生化仪配合抢救。对因胸部创伤致心搏骤停伤者进行腹部提压心肺复苏^[2],配备腹部提压仪^[3]。为节省体力,相关专家正在研发更轻便、实用的背囊。因此,克服因空间狭窄对医疗急救技术和装备造成的难题才能提高废墟内急救效力,尽可能地减轻幸存者受伤程度。

参考文献

- [1] 岳茂兴,夏锡仪,李瑛,等.狭窄空间事故的特点及医学应急救援策略.中国危重病急救医学,2012,24:655-657.
- [2] 王立祥,郑静晨.单纯腹部提压:一种心肺复苏的新方法.中国危重病急救医学,2009,21:323-324.
- [3] 王立祥,郑静晨.开辟经腹心肺复苏新途径.中华危重病急救医学,2013,25:68-69.

(收稿日期:2013-04-29)

(本文编辑:李银平)

·读者·作者·编者·

本刊常用的不需要标注中文的缩略语

急性肺损伤(ALI)
急性呼吸窘迫综合征(ARDS)
全身炎症反应综合征(SIRS)
多器官功能障碍综合征(MODS)
多器官功能衰竭(MOF)
慢性阻塞性肺疾病(COPD)
重症急性胰腺炎(SAP)
重症监护病房(ICU)
急性生理学与慢性健康状况评分系统(APACHE)
格拉斯哥昏迷评分(GCS)
格拉斯哥预后评分(GOS)
序贯器官衰竭评分(SOFA)
简化急性生理学评分系统(SAPS)
心肺复苏(CPR)
早期目标导向治疗(EGDT)
随机对照临床试验(RCT)
肿瘤坏死因子(TNF)
白细胞介素(IL)
核转录因子- κ B(NF- κ B)
C-反应蛋白(CRP)
动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)
动脉血氧分压(PaO₂)
呼气末二氧化碳分压(P_{ET}CO₂)
心排量(CO)
平均动脉压(MAP)

中心静脉压(CVP)
肺动脉压(PAP)
心排血量指数(CI)
脉搏(经皮)血氧饱和度(SpO₂)
氧合指数(PaO₂/FiO₂,OI)
红细胞比容(HCT)
红细胞计数(RBC)
白细胞计数(WBC)
血小板计数(PLT)
肌酐清除率(Ccr)
丙氨酸转氨酶(ALT)
天冬氨酸转氨酶(AST)
降钙素原(PCT)
人白细胞 DR 抗原(HLA-DR)
辅助性 T 细胞(Th)
调节性 T 细胞(Treg)
脂多糖(LPS)
盲肠结扎穿孔术(CLP)
支气管肺泡灌洗液(BALF)
磷酸盐缓冲液(PBS)
乙二胺四乙酸(EDTA)
3,3'-二氨基联苯胺(DAB)
异硫氰酸荧光素(FITC)
逆转录-聚合酶链反应(RT-PCR)
蛋白质免疫印迹试验(Western blotting)
酶联免疫吸附试验(ELISA)

原位末端缺刻标记法(TUNEL)
十二烷基硫酸钠-聚丙烯酰胺凝胶电泳(SDS-PAGE)
天冬氨酸特异性半胱氨酸蛋白酶(caspase)
 β -肌动蛋白(β -actin)
三磷酸甘油醛脱氢酶(GAPDH)
世界卫生组织(WHO)
美国心脏病学会(ACC)
美国胸科医师协会(ACCP)
危重病医学会(SCCM)
欧洲危重病医学会(ESICM)
美国胸科学会(ATS)
外科感染学会(SIS)
美国心脏协会(AHA)
受试者工作特征曲线(ROC 曲线)
城市救援队(USAR)
国际搜索与救援指南和方法(INSARAG)
临床信息系统(CIS)
集成化临床信息系统(ICIS)
计算机医嘱系统(OPDE)
检验信息系统(LIS)
护理信息系统(NIS)
医学图像管理系统(PACS)
电子病历(EMR)
临床决策支持系统(CDSS)