

大规模伤亡事件研究不应忽视应急压力

沈伟锋 江利冰 阮峰 何小军 马岳峰 张茂

重大突发事件往往造成大规模伤亡事件 (mass casualty incidents, MCI), 伤员数目与救治所需资源严重失衡^[1]。如 2008 年汶川地震造成 37.4 万多人受伤, 6.9 万多人死亡, 1.7 万多人失踪^[2]。MCI 伤亡分布、伤类和伤情复杂, 致死率和致残率高^[3]。在中国, 提高重大突发事件的医疗应急能力是当前国家关注的重大课题, 已被列入《国家中长期科学和技术发展规划纲要 (2006-2020 年)》重点领域优先主题。国际社会也很早认识到, 大规模灾难的国家医疗紧急应对及其应急准备的重要性^[4]。但从 2006 年美国卡特琳娜飓风到 2011 年日本地震海啸核辐射灾害的应急救援结局表明, 即使发达国家, 其应急准备及紧急救援也并不令人满意。世界各国高度重视突发事件应急救援能力建设, 但不可否认, 当前的国家医疗应急体系建设还存在诸多薄弱环节, 还不能全面、全过程地有效满足未来突发事件应急的需求^[5]。

2003 年以来, 中国成功应对了 SARS 事件、汶川地震、甬温线“7·23”特大列车追尾事故、芦山地震等重大突发公共事件。但同时我们也应该看到, 现行重大突发公共事件医疗应急救援系统中, 突发公共事件后第一时间伤员救治应急能力较低, 伤员院内病死率仍高等问题依旧存在^[6]。以汶川地震为例, 地震入院治疗的 9.6 万伤员中院内死亡 3 484 人, 汶川县人民医院住院地震伤员在伤后 24 h 内到达医院的仅占 19.3%^[7]。在总结一次次重大突发事件应对经验教训时, 总有准备不够充分的地方, 总是对突发事件受造成的冲击后果估计不足的情况, 也总是在灾后才发现应急救援体系的薄弱环节。能否在平时就能了解到现行医疗应急救援系统是否做好了准备? 脆弱性和薄弱环节在哪里? 能承

受多大程度的突发事件? 这是摆在决策者面前一个十分重要的问题。

1 大规模伤亡事件医学应急救援研究进展

目前, 针对上述问题, 研究方法主要有以下 3 方面: 一是实证和实测的研究方法。通过现场流行病学调查等。对“9·11”恐怖袭击事件, 开展了现场调查, 以及灾难事件影响社区的卫生需求评估和灾难事件的远期效应观察^[8]。对 2005 年伦敦恐怖爆炸事件, 通过调查, 发现伤员病死率与过度分检无关, 而与迅速而先进的应急管理体系运行有关^[9]。对 2013 年波士顿马拉松爆炸事件, 通过调查, 总结了急救医疗服务体系发挥的作用, 1% 的低病死率归功于波士顿具有 7 个创伤中心、院前及院内医疗人员均受过冲击伤紧急救援培训、所在城市的医疗机构和手术室没有满负荷运行、医疗机构的管理人员和两班医护人员严阵以待、现场有大量警员、安全人员及医疗急救人员以及爆炸设置在户外引爆等 6 个方面^[10]。可见, 实证和实测研究不仅描述事件的基本面, 还在一定程度上发现规律, 但医疗应急体系建设不仅面向发生过的 MCI, 更重要的是以后更大规模医疗需求激增的挑战, 因此, 仅实证和实测方法不能解决上述问题。二是基于数理模型和计算机仿真的研究方法。Lerner 等^[11]利用虚拟 MCI 来验证 SALT 分检程序的有效性。Abir 等^[12]构建了患者流量和预期资源使用模型, 来预测一家大型学术医学中心对大规模烧伤伤员的医疗应急负荷瓶颈。此类方法是解决灾害实验的危险性和不可重复性的较好途径, 但 MCI 具有“离散随机小概率”特质, 不确定性和灾变行为复杂, 仅凭数理模型和计算机仿真研究, 很难得出有意义的研究结果。三是不确定性研究方法。由于 MCI 发展、演化高度不确定性。对于突发事件的不确定性研究方法进行了有益探索, 情景分析近年来受到重视, 结合设定的各种情景发生概率, 研究多种因素同时作用时可能产生的影响, 并通过严密的推理与

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2017.12.001

基金项目: 国家卫生计生委科研项目省部共建项目 (2015109528); 浙江省自然科学基金 (LY15H150002)

作者单位: 310009 杭州, 浙江大学医学院附属第二医院急诊医学科 浙江大学急救医学研究所

通信作者: 何小军, Email: 2503039@zju.edu.cn.

详细的分析来构想可行的应对方案^[13]。运用情景分析能看清潜在灾害的威胁,正确选择事态发展的方向,但在 MCI 演化和决策研究中,单凭观察和预测难以得出结论,需通过实验来探究,尤其在医疗应急系统 MCI 承受力和极限方面研究,上述方法仍难解决,究其原因,主要存在 2 个关键问题:一是 MCI 研究大多基于常规情形,对于极为罕见或从未出现,但仍是今后主要威胁的 MCI,难以直接作为研究对象;二是很难对 MCI 进行实验研究。这给研究带来很大挑战。

2 压力测试的研究进展

金融研究领域的压力测试 (stress test)^[14-15]和日益受到重视的模拟实验^[16]为 MCI 上述关键问题的解决带来了曙光。压力测试是将被试系统置于某一特定条件下,观察被试系统在关键变量突变压力下的表现,是否能经受得起这种条件突变,进而对被试系统的脆弱性做出评估和判断^[17],有助于“有准备”地应对极端小概率或“几乎从未出现过”的突发事件,了解被试系统对风险源冲击是否可控?以制定出符合实际情况的措施^[18]。模拟实验是根据相似性原理通过模拟的方法制成研究对象,利用模拟仿真技术,将研究对象“搬到”实验室中,模仿实验的某些条件进行实验。开展压力测试,需要明确压力情景事件、风险因子、测试方法和测试模型等条件^[19]。压力情景事件往往通过分析历史事件或专家根据经验假设产生,来自于突发事件本身或从应对体系、应对环境等方面。MCI 事件源虽会有差异,但其发生、发展、演化和结束的一般动力学规律大体相似,且 MCI 在疏散和救治等关键处置环节上差别并不大。因此,基于“真实事件与预期风险”而凝炼成的“虚拟事件”情景,就更能体现出各类突发事件的共性与规律。根据程度的不同,压力测试情景一般包括轻度压力、中度压力以及严重压力。压力测试方法有敏感性测试和情景测试等^[20],敏感性测试旨在测量单个或少数因素,而情景测试是假设分析多个风险因素同时发生变化,对被测系统风险暴露及其承受风险能力的影响。在 MCI 研究中,我们可探索开展敏感性测试和情景测试。压力测试还可分宏观压力测试和微观压力测试,宏观测试用来衡量冲击对被试系统整体稳定性影响,有更广泛的覆盖面^[21]。

3 压力测试在大规模伤亡事件研究中的应用

目前,在 MCI 研究中,尽管国内外学者开展

了一些研究,主要围绕 MCI 流行病学调查和模拟情况下的相关研究。通过压力测试来研究医疗应急系统对所面临突发事件风险的承受能力,迄今未见有相关文献报告。笔者大胆地设想,是否将压力测试引入到灾难医学研究领域,来建立灾难医学领域的压力测试框架?来研究构建首个 MCI 医疗应急救援的压力测试系统,并结合模拟实验的方法,对选定对象进行 MCI 医疗应急救援方面的压力测试,这将是接下来探讨和解决的问题。

MCI 医疗应急救援压力测试的关键问题研究主要围绕以下 4 个目标:MCI 的风险因子识别,建立合理的 MCI 压力情景设置,建立 MCI 医疗应急救援压力测试模型,进行 MCI 压力测试研究。由于没有成熟的 MCI 医疗应急救援的压力情景事件可以参考,对选定区域 MCI 进行调研,以及国内外过去发生的 MCI 数据进行采集,并组织专家提炼而成。如何来选定区域采集样本数据,笔者所在区域浙江省就适合纳入,主要基于:浙江省地处中国东南沿海,洪涝、台风、山体滑坡等自然灾害几乎每年发生,发生过“云娜”台风^[22]和“7·23”浙江甬温线特别重大铁路交通事故^[23],同时,浙江省突发事件应急医学救援建设进入了一个新阶段。风险因子是对被试系统产生影响的变量,其来源需要识别,由于没有现存的 MCI 医疗应急救援的风险因子体系可参照,可从医疗需求激增、应急负荷和体系脆弱性这 3 个方面来建构风险体系。目前 MCI 医疗应急救援模型有伤亡负荷评估模型^[24]、COSTR 模型^[25]和 Surge 模型^[26]等。由于没有现存的 MCI 医疗应急系统方面的压力测试模型可以利用,可以医疗需求激增、应急负荷和体系脆弱性为基本框架,拟建立首个应用于 MCI 医疗应急救援的压力测试模型。

4 结语

探索构建压力测试方法来研究 MCI 医疗应急救援,有望解决灾难医学研究中极端情形下难以实验、分析和评估问题,既可作为 MCI 研究的实验工具,又可作为 MCI 决策的风险技术分析工具。压力测试属于“情景”导向,使决策者更加容易地精确定位医疗应急体系的需要改进领域。我们相信,压力测试应用于 MCI 研究将为高效应急重大灾难这项战略任务提供科技手段,为提升灾难应急科技创新开辟一条新的道路。

参考文献

[1] Adini B, Peleg K, Cohen R, et al A national system for

- disseminating information on victims during mass casualty incidents [J]. *Disasters*, 2010, 34 (2): 542-551. DOI: 10. 1111/j. 1467-7717. 2009. 01142. x.
- [2] 陈竺, 沈骥, 康均行, 等. 特大地震应急医学救援: 来自汶川的经验 [J]. *中国循证医学杂志*, 2012, 12 (4): 383-392. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-2531. 2012. 04. 004.
- [3] Bayram JD, Zuabi S, El Sayed MJ. Disaster metrics: quantitative estimation of the number of ambulances required in trauma-related multiple casualty events [J]. *Prehosp Disaster Med*, 2012, 27 (5): 445-451. DOI: 10. 1017/S1049023X12001094.
- [4] Pretto EA, Safar P. National medical response to mass disasters in the United States. Are we prepared [J]. *JAMA*, 1991, 266 (9): 1259-1262. DOI: 10. 1001/jama. 1991. 03470090093038.
- [5] 余廉, 郑华卿. 基于国家应急能力建设的应急资源分类探讨 [J]. *中国应急管理*, 2010, 4 (5): 20-24.
- [6] 蒋建新, 王正国, 付小兵, 等. 汶川特大地震医疗救援经验与反思 [J]. *中华创伤杂志*, 2008, 24 (8): 578-579. DOI: 10. 3321/j. issn. 1001-8050. 2008. 08. 002.
- [7] 周继红, 王正国, 黄旭东, 等. 5·12 地震汶川县伤员伤情特点与医疗卫勤组织 [J]. *中华创伤杂志*, 2008, 24 (7): 488-490. DOI: 10. 3321/j. issn. 1001-8050. 2008. 07. 002.
- [8] The Centers for Disease Control and Prevention. Rapid assessment of injuries among survivors of the terrorist attack on the World Trade Center—New York City, September 2001 [J]. *JAMA*, 2002, 287 (7): 835-838.
- [9] Aylwin CJ, K nig TC, Brennan NW, et al. Reduction in critical mortality in urban mass casualty incidents: analysis of triage, surge, and resource use after the London bombings on July 7, 2005 [J]. *Lancet*, 2006; 368 (9554): 2219-2225. DOI: 10. 1016/S0140-6736 (06) 69896-6.
- [10] Kellermann AL, Peleg K. Lessons from Boston [J]. *N Engl J Med*, 2013; 368 (21): 1956-1957. DOI: 10. 1056/NEJMp1305304.
- [11] Lerner EB, Schwartz RB, Coule PL, et al. Use of SALT triage in a simulated mass-casualty incident [J]. *Prehosp Emerg Care*. 2010, 14 (1): 21-25. DOI: 10. 3109/109031209 03349812.
- [12] Abir M, Davis MM, Sankar P, et al. Design of a model to predict surge capacity bottlenecks for burn mass casualties at a large academic medical center [J]. *Prehosp Disaster Med*, 2013, 28 (1): 23-32. DOI: 10. 1017/S1049023X12001513.
- [13] 刘铁民. 应急预案重大突发事件情景构建—基于“情景-任务-能力”应急预案编制技术研究之一 [J]. *中国安全生产科学技术*, 2012, 8 (4): 5-12. DOI: 10. 3969/j. issn. 1673-193X. 2012. 04. 001
- [14] Schweitzer F, Fagiolo G, Sornette D, et al. Economic networks: the new challenges [J]. *Science*, 2012, 325 (5939): 422-425. DOI: 10. 1126/science. 1173644.
- [15] Haldane AG, May RM. Systemic risk in banking ecosystems [J]. *Nature*, 2011, 469 (7330): 351-355. DOI: 10. 1038/nature09659.
- [16] Laha B, Bowman DA, Schiffbauer JD. Validation of the MR simulation approach for evaluating the effects of immersion on visual analysis of volume data [J]. *IEEE Trans Vis Comput Graph*. 2013, 19 (4): 529-538. DOI: 10. 1109/TVCG. 2013. 43.
- [17] Buncic D, Melecky M. Macroprudential stress testing of credit risk: A practical approach for policy makers [J]. *J Financial Stability*, 2013, 9 (3): 347-370. DOI: 10. 1016/j. jfs. 2012. 11. 003.
- [18] Amini H, Cont R, Minca A. Stress testing the resilience of financial networks [J]. *Int J Theor Appl Finance*, 2012, 15 (1): 6-26. DOI: 10. 1142/S0219024911006504.
- [19] Ricardo S, Wagner PG. Macro stress testing of credit risk focused on the tails [J]. *J Financial Stability*, 2012, 8 (3): 174-192. DOI: 10. 2139/ssrn. 1662628.
- [20] Francisco V, Benjamin MT, Marcos S. A macrostress test model of credit risk for the Brazilian banking sector [J]. *J Financial Stability*, 2012, 8 (2): 69-83. DOI: 10. 2139/ssrn. 1717839.
- [21] Yurdakul F. Macroeconomic modelling of credit risk for banks [J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2014, 109 (1): 784-793. DOI: 10. 1016/j. sbspro. 2013. 12. 544.
- [22] 龚震宇, 柴程良, 屠春雨, 等. “云娜”台风对人群伤害现状的流行病学研究 [J]. *中华医学杂志*, 2005, 85 (42): 3007-3009. DOI: 10. 3760/j. issn. 0376-2491. 2005. 42. 016.
- [23] 赵国秋, 傅素芬, 曹日芳, 等. “7·23”甬温线重特大交通事故心理危机干预经验总结 [J]. *中华预防医学杂志*, 2011, 45 (12): 1131-1132. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253-9624. 2011. 12. 024.
- [24] Takahashi A, Ishii N, Kawashima T, et al. Assessment of medical response capacity in the time of disaster: the estimated formula of hospital treatment capacity (HTC), the maximum receivable number of patients in hospital [J]. *Kobe J Med Sci*, 2007, 53 (5): 189-198.
- [25] Hick JL, Koenig KL, Barbisch D, et al. Surge capacity concepts for health care facilities: the CO-S-TR model for initial incident assessment [J]. *Disaster Med Public Health Prep*, 2008, 2 (Suppl 1): S51-S57. DOI: 10. 1097/DMP. 0b013e31817ffe8.
- [26] Peleg K, Kellermann AL. Enhancing hospital surge capacity for mass casualty events [J]. *JAMA*, 2009, 302 (5): 565-567. DOI: 10. 1001/jama. 2009. 1119.

(收稿日期: 2017-05-14)

(本文编辑: 何小军)