

大型活动拥挤踩踏事件心脏骤停及其心肺复苏策略

宋维

海南省人民医院 海南医学院附属医院急诊科, 海口 570311

Email: swhn1212@aliyun.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.01.003

拥挤踩踏事件多发生在大规模人群聚集活动, 这些聚集活动常常涉及宗教、文化、运动、娱乐及政治等, 包括: 群体性宗教朝拜、大型体育赛事、大型音乐会、大型节庆活动及群体聚集性示威等; 大规模人群聚集既可以是有人组织的, 也可以是自发性。大规模人群聚集存在拥挤踩踏意外事件及其他灾难事件风险, 可导致严重群体伤亡事件。拥挤踩踏事件医疗应急预案是大规模人群聚集活动启动前必备条件, 评估拥挤踩踏事件发生人群伤亡机制与死亡原因, 建立救治、尤其是心肺复苏策略与技术路径, 以期避免或减少人员伤亡。

1 拥挤踩踏事件流行病学

拥挤踩踏事件, 也称为拥挤事件、拥挤灾难、踩踏事件等。拥挤人群发生踩踏事件, 一般都经历拥挤过程, 但拥挤不一定发生踩踏, 故拥挤踩踏事件更能代表此类事件伤害性质、机制及其程度。随着社会进步, 尤其是交通与通讯进步, 政治、宗教、文化、运动及娱乐等活动增加, 人群聚集频度与密度增加, 拥挤踩踏事件时常在世界范围内发生, 无论发展中国家还是发达国家, 其中发展中国家更为多见。近 40 年全球踩踏事件及其死亡人数呈增加趋势^[1-2]; 依据踩踏事件 Ngail 分级法^[3] (见表 1), 死亡人数超过 100 人的三级以上踩踏事件时常发生。

表 1 踩踏事件分级 (Ngail 分级)

分级	严重程度	死亡人数
一级	轻度	受伤, 零死亡
二级	中度	1~10 人死亡
三级	重度	11~100 人死亡
四级	破坏性	101~1 000 人死亡
五级	灾难性	大于 1 000 人死亡

2 拥挤踩踏事件心脏骤停机制及原因

依据尸检法医学以及临床研究报告拥挤踩踏事件伤亡机制与原因, 主要包括挤压导致的创伤性窒息、踩踏导致的创伤性心脏骤停以及伴随挤压踩踏事件的其他损伤事件,

如爆炸、中毒或极端气候等也可成为死亡原因。

2.1 创伤性窒息

创伤性窒息, 也称为挤压性窒息或压迫性窒息。心脏骤停及死亡的机制与原因主要为 (1) 严重胸腹部受挤压: 无论是硬性物体或软性物体, 只要胸廓不能抵抗其压力, 胸部呼吸肌及胸腹部隔肌不能正常运动; (2) 血氧下降: 二氧化碳储留, 导致呼吸衰竭, 重者导致心脏骤停。创伤性窒息常常出现特征性体征, 包括胸-颈-面瘀斑及其充血; 结膜下出血、口腔出血、鼻腔出血、耳道出血以及颅内出血; 面部水肿及发绀; 相关法医学研究报告 95% 的创伤性窒息存在上述特征性体征。相关研究表明其特征性体征产生机制为两个原因: 一是胸外巨大压力作用下, 胸腔内压力快速上升, 导致胸腔压增加; 二是惊恐状态下, 会厌突然关闭气道, 加重胸腔压力升高; 上述二种原因均可导致上腔静脉回流右心受阻。与此同时, 静脉回心血量减少, 心输出量减少, 加重呼吸衰竭并促进心脏骤停发生。心脏骤停前常出现意识障碍, 包括意识丧失、意识模糊、癫痫以及晕厥等^[3-9]。动物挤压实验与人体挤压实验也已证实上述创伤性窒息机制^[10-11]。

在拥挤踩踏事件死者中有部分死者为捂死, 遇难者常常为婴幼儿与儿童, 人与人挤压过程中因口腔与鼻腔直接受压阻塞, 导致窒息性心脏骤停^[9]。

2.2 创伤性心脏骤停

创伤性心脏骤停常涉及 (1) 肋骨骨折: 踩踏时肋骨骨折刺伤胸腔器官如肺与气管, 导致血胸气胸以及心脏破裂心包填塞; 老龄伤者即便没有踩踏伤, 严重挤压也可导致胸肋骨骨折; (2) 腹腔器官损伤: 踩踏腹部时肝脾等器官破裂大出血, 发生失血性休克; (3) 头颅损伤: 部分伤者, 尤其是婴幼儿、小个子妇女直接踩踏头颅, 导致颅内出血与脑挫伤。

2.3 挤压综合征及其他严重并发症

此类损伤往往是住院后继发出现的心脏骤停, 包括肌肉溶解综合征、全身严重骨折后血栓、气栓、脂肪栓以及

既往慢性疾病急性发作导致心脏骤停。

2.4 合并其他伤害

合并的其他伤害主要包括：热射病、中毒、爆炸、恐怖事件、枪击伤等。如在 2005 年沙特拥挤踩踏事件中死者合并热射病死亡^[12-14]。

根据人群拥挤与踩踏伤害比例及其程度，是否合并其他损伤或事件，其受害者心脏骤停原因有所区别。但单纯拥挤踩踏事件，多为拥挤踩踏前人群拥挤挤压导致创伤性窒息为主要原因，次之为创伤性心脏骤停；其死伤比例约为 1 : 1.27~1.99^[1,15-16]。

3 拥挤踩踏事件心脏骤停心肺复苏策略

由于拥挤踩踏事件心脏骤停主要不是心源性心脏骤停，标准的或传统的心源性心脏骤停心肺复苏流程并不能有效地应用于创伤性窒息以及创伤性心脏骤停心肺复苏，因此心肺复苏策略应当按照心脏骤停可能的原因实施相应的复苏策略与流程。

3.1 重视心脏骤停前期处理，即围心脏骤停处理

3.1.1 立即解除挤压 迅速帮助受伤者脱离挤压踩踏环境，尽可能恢复正常呼吸。

3.1.2 呼吸复苏优先策略 (1) 紧急开放气道；(2) 给予不同方式的氧疗，如口对口通气、球囊面罩给氧以及气管插管通气等。

3.1.3 合并循环异常 (1) 发现血压下降，立即在呼吸复苏同时启动循环复苏；(2) 预防创伤性心脏骤停。

3.1.4 合并其他损伤与疾病心脏骤停 除拥挤踩踏可直接导致伤者心脏骤停外，合并其他伤害如中毒、热射病、心血管疾病、哮喘等发生也可导致或诱发心脏骤停，需要预警以及处置围心脏骤停病理生理改变。

灾难事件常伴随灾难心理危机与心理疾病，可导致交感与迷走神经功能严重紊乱，严重者可直接诱发心因性心脏骤停；心理治疗需予以提前干预。

3.2 心脏骤停期复苏策略

3.2.1 创伤性窒息心脏骤停 创伤性窒息心脏骤停心肺复苏原则：创伤性窒息主要为呼吸源性心脏骤停，应立即启动呼吸源性心脏骤停心肺复苏策略，即呼吸复苏优先的原则，开放气道、呼吸通气（口对口通气或呼吸球囊等其他通气方式）以及循环复苏（胸外按压及相应的循环复苏措施）。因各种原因如传染性流行病暴发期间，口对口通气实施困难，也可尝试腹部心肺复苏器提压腹部或插入性腹部心肺复苏。腹部心肺复苏兼有循环复苏与呼吸复苏双重作用，通过提压腹部，改变腹腔压力，膈肌上下移动，启动腹式呼吸。但如伤者存在或疑似存在腹部器官损伤，不

适合腹部心肺复苏^[17-22]。

3.2.2 胸部创伤性心脏骤停 现场或医疗机构发现伤者合并存在或疑似存在胸肋骨骨折：可尝试腹部心肺复苏器，以规避胸外按压进一步伤及胸廓及其心脏^[17]；高度关注气胸、低氧血症、心包填塞及低血压并优先予以处置，如备有胸部紧急手术器具以及具备相关技术能力的专业人员，优先选择紧急胸部复苏手术，除去导致心脏骤停病因^[23]。

3.2.3 非胸部创伤性心脏骤停 现场或医疗机构发现伤者合并存在或疑似存在腹部器官损伤，可直接启动创伤性心脏骤停心肺复苏流程，创伤性心脏骤停心肺复苏流程优于以胸外按压为主要优先的心源性心脏骤停复苏流程^[24]。

4 大规模群体聚集拥挤踩踏风险预警与急救医疗服务预案

4.1 社会预警

当地政府或活动主办方通常已建立拥挤踩踏事件社会预警机制与预案，包括聚集活动性质、聚集人员类别、聚集人员密度、聚集活动场所危险级别、聚集活动场所高危地段、聚集活动地理与气候环境、拥挤踩踏事件风险级别、合并意外事件类别以及医疗应急人员进出通道与路径等应急措施。医疗卫生人员应当事先熟知，并与主办方或政府安全管理部门建立密切的、有效的、通畅的联系机制与渠道^[25-26]。

4.2 急救医疗服务预警与预案

按照“世界卫生组织大规模群体聚集公共卫生预警纲要”，卫生应急部门及其机构应依据拥挤踩踏事件社会预警，结合医疗卫生应急原则，评估可能的伤亡事件，建立“大规模群体聚集急救医疗服务预案”等卫生策略^[15,26-27]，主要包括以下内容。

4.2.1 大规模群体聚集灾难事件日常应急准备 制定或实时修订“大规模群体聚集卫生应急指南或专家共识”与“大规模群体聚集急救医疗服务预案”等相关文件化、可操作化方案（或预案、操作规范等）及其演练；包括事前、事中与事后相关事项。

4.2.2 大规模群体聚集活动启动前急救医疗应急准备 (1) 建立与落实多部门合作与沟通机制与渠道；(2) 大规模群体聚集伤亡事件潜在风险筛查及其实施流程；(3) 大规模群体聚集拥挤踩踏事件急救医疗处置流程、技术路径与操作规范及其培训；(4) 现场急救站、现场医疗点或现场医院场所布局及其准备；(5) 现场急救医疗服务场所急救设备配置与现场应急相关物资储备，包括初级与高级心脏复苏器材、呼吸复苏器材、创伤复苏器材、救援器材后备储备等；(6) 大规模群体聚集活动前医疗应急演练，尤其针对个性化的

预案实施与技术路径演练。

利益冲突 作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] Hsieh YH, Ngai KM, Burkle FM Jr, et al. Epidemiological characteristics of human stampedes[J]. *Disaster Med Public Health Prep*, 2009, 3(4): 217-223. DOI: 10.1097/DMP.0b013e3181c5b4ba.
- [2] de Almeida MM, von Schreeb J. Human stampedes: an updated review of current literature[J]. *Prehosp Disaster Med*, 2019, 34(1): 82-88. DOI: 10.1017/S1049023X18001073.
- [3] Ngai KM, Burkle FM Jr, Hsu A, et al. Human stampedes: a systematic review of historical and peer-reviewed sources[J]. *Disaster Med Public Health Prep*, 2009, 3(4): 191-195. DOI: 10.1097/DMP.0b013e3181c5b494.
- [4] Wardrope J, Ryan F, Clark G, et al. The hillsborough tragedy[J]. *BMJ*, 1991, 303(6814): 1381-1385. DOI: 10.1136/bmj.303.6814.1381.
- [5] Madzimbamuto F, Madamombe T. Traumatic asphyxia during stadium stampede[J]. *Cent Afr J Med*, 2004, 50(7/8): 69-72.
- [6] Colville-Ebeling B, Freeman M, Banner J, et al. Autopsy practice in forensic pathology - evidence-based or experience-based? A review of autopsies performed on victims of traumatic asphyxia in a mass disaster[J]. *J Forensic Leg Med*, 2014, 22: 33-36. DOI: 10.1016/j.jflm.2013.11.006.
- [7] Arslan MN, Kertmen C, Esen Melez I, et al. Comparison of autopsy findings and injury severity scores in deaths due to traumatic asphyxia (perthes syndrome)[J]. *J Forensic Leg Med*, 2018, 56: 42-47. DOI: 10.1016/j.jflm.2018.03.002.
- [8] Nolan JP, Soar J, Cary N, et al. Compression asphyxia and other clinicopathological findings from the Hillsborough Stadium disaster[J]. *Emerg Med J*, 2021, 38(10): 798-802. DOI: 10.1136/emermed-2020-209627.
- [9] Luo HR, Zhai X, Xie SM, et al. A retrospective study of 51 pediatric cases of traumatic asphyxia[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2022, 17(1): 34. DOI: 10.1186/s13019-022-01773-2.
- [10] Furuya Y. Experimental traumatic asphyxia (1): grades of thoracic compression and mortality[J]. *Igaku Kenkyu*, 1981, 51(2): 117-119.
- [11] Motomura T, Matsumoto H, Yokota H, et al. Thoracoabdominal compression model of traumatic asphyxia to identify mechanisms of respiratory failure in fatal crowd accidents[J]. *Nippon Ika Daigaku Zasshi*, 2020, 86(6): 310-321. DOI: 10.1272/jnms.JNMS.2019_86-607.
- [12] Mehrvarz S, Bagheri MJ, Manoochehry S, et al. Evaluation of trauma management in injured Iranian Hajj pilgrims in 2015 Mina stampede[J]. *IECMJ*, 2021, 23(3). DOI: 10.32592/ircmj.2021.23.3.92.
- [13] Al-Lami F, Al-Fatlawi A, Bloland P, et al. Pattern of morbidity and mortality in Karbala hospitals during Ashura mass gathering at Karbala, Iraq, 2010[J]. *East Mediterr Health J*, 2013, 19(Suppl 2): S13-S18.
- [14] Shujaa A, Alhamid S. Health response to Hajj mass gathering from emergency perspective, narrative review[J]. *Turk J Emerg Med*, 2015, 15(4): 172-176. DOI: 10.1016/j.tjem.2015.02.001.
- [15] Daniel DTG, Alpert EA, Jaffe E. The crowd crush at mount meron: emergency medical services response to a silent mass casualty incident[J]. *Disaster Med Public Health Prep*, 2022: 1-3. DOI: 10.1017/dmp.2022.162.
- [16] 周进科, 刘翠萍, 靳凤彬, 等. 拥挤踩踏事件伤亡情况和发生原因分析[J]. *中华灾害救援医学*, 2015, 3(2): 67-71. DOI: 10.13919/j.issn.2095-6274.2015.02.003.
- [17] 中国腹部提压心肺复苏协作组. 腹部提压心肺复苏专家共识[J]. *中华急诊医学杂志*, 2013, 22(9): 957-959. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2013.09.004.
- [18] McClung CD, Anshus AJ. Interposed abdominal compression CPR for an out-of-hospital cardiac arrest victim failing traditional CPR[J]. *West J Emerg Med*, 2015, 16(5): 690-692. DOI: 10.5811/westjem.2015.6.26082.
- [19] Kammeyer RM, Pargett MS, Rundell AE. Comparison of CPR outcome predictors between rhythmic abdominal compression and continuous chest compression CPR techniques[J]. *Emerg Med J*, 2014, 31(5): 394-400. DOI: 10.1136/emermed-2012-202326.
- [20] 王立祥, 宋维, 张思森, 等. 腹部提压心肺复苏多中心临床实验报告[J]. *中华急诊医学杂志*, 2017, 26(3): 333-336. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2017.03.019.
- [21] Wang JP, Zhang YM, Yang RJ, et al. Efficacy and safety of active abdominal compression-decompression versus standard CPR for cardiac arrests: a systematic review and meta-analysis of 17 RCTs[J]. *Int J Surg*, 2019, 71: 132-139. DOI: 10.1016/j.ijssu.2019.09.026.
- [22] Rottenberg EM. The need for abdominal only CPR in the treatment of hemorrhagic shock and trauma arrests[J]. *Am J Emerg Med*, 2016, 34(6): 1156-1157. DOI: 10.1016/j.ajem.2016.02.077.
- [23] Kikuta S, Ishihara S, Kai S, et al. Therapeutic efficacy for traumatic asphyxia with a focus on cardiac arrest[J]. *Acute Med Surg*, 2020, 7(1): e586. DOI: 10.1002/ams2.586.
- [24] Lott C, Truhlár A, Alfonzo A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: cardiac arrest in special circumstances[J]. *Resuscitation*, 2021, 161: 152-219. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.011.
- [25] Joseph JK, Babu N, Dev KA, et al. Identification of potential health risks in mass gatherings: a study from Sabarimala pilgrimage, Kerala, India[J]. *Int J Disaster Risk Reduct*, 2016, 17: 95-99. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2016.04.008.
- [26] World Health Organization. Public health for mass gatherings: key considerations[M/OL]. World Health Organization, 2015. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/162109>.
- [27] Ahmed QA, Memish ZA. From the "Madding Crowd" to mass gatherings-religion, sport, culture and public health[J]. *Travel Med Infect Dis*, 2019, 28: 91-97. DOI: 10.1016/j.tmaid.2018.06.001.

(收稿日期: 2022-12-01)

(本文编辑: 姜宇婷)