

DOI: 10.11883/bzycj-2024-0423

爆炸生物伤专刊简介*

人体内肺、脑等组织和器官中含有较多空腔与气、液,是爆炸冲击波重要的致伤靶器官,可导致肺损伤和创伤性脑损伤 (traumatic brain injury, TBI)。典型的爆炸冲击波作用时间为 2~10 ms,超压峰值在 10-500kPa 之间,波的频率分布范围为 10~1 000 Hz,其特点是频段宽,作用时间短,压力骤然升高,造成周围材料的剧烈破坏。爆炸冲击波具有无孔不入的特点,即使穿戴头盔,也会因头盔不能有效抵御、减缓冲击波、盔内出现冲击波反射叠加而导致士兵受到颅脑爆炸伤的威胁。

颅脑震炸伤已成为“现代战争的标签损伤”。根据美国 TBI 中心(TBICoE)的最新报告,从 2000 年到 2020 年,有超过 43 万的美国军人被诊断为颅脑爆震伤,它是造成士兵死亡的重要原因之一。针对退伍军人的流行病学研究显示,颅脑爆震伤是导致创伤后应激障碍(post-traumatic stress disorders, PTSD)发生的主要原因,显著影响幸存者的认知行为和身心健康,而其带来的药物滥用、暴力伤人、焦虑、失忆、暴躁、抑郁、帕金森、自杀等社会问题,已经引起全球范围的广泛关注。此外,国内发生的重大爆炸事故也导致幸存者和消防人员患有 PTSD 等典型的颅脑爆震伤后遗症,严重威胁了民众的生命健康安全。因此,研究颅脑爆震伤在军事和民事领域都具有重要意义。

理论与实验研究表明:对中、重度超压冲击波生物致伤以防为主。目前,关于肺部爆炸冲击伤机理和伤情评估研究得比较充分,从肺部出血点的面积建立定量的评分标准。然而,颅脑爆震伤是涉及跨空间和时间尺度的复杂科学问题:从空间尺度,涉及到爆炸场景的米量级、头部和大脑的厘米量级、神经细胞的微米量级和蛋白质分子等生物标记物的纳米量级;从时间尺度,涉及到爆炸波产生的微秒量级和脑生物力学响应的毫秒量级,以及神经元继发性损伤和修复的分钟/小时/日周量级。同时,颅脑爆震伤还涉及脑细胞、轴突、轴索组织的极软材料损伤断裂行为,以及多层级颅骨衰减和耗散冲击波的力学性能等。研究问题的瓶颈是冲击波-装备-人体作用规律复杂,缺少有效的评估方法和测试技术;超压峰值低,现有防弹材料的耗能机制难以发挥作用;均质材料的装备难以有效衰减和耗散宽波长冲击波能量。因此,亟需开展冲击动力学、军事医学,装备防护学的多学科交叉研究,解决爆炸冲击波颅脑致伤机制与防护的关键科学技术问题。

本期专刊共刊载 3 篇综述和 11 篇研究论文,内容涉及冲击动力学理论和数值仿真模型、外场实爆动物致伤试验、激波管模拟爆炸动物致伤试验、模拟假人爆炸试验、防护装备验证试验、军事医学的相关生物试验、病理学和行为学研究,以及临床诊治方案等,汇集了近 5 年国内爆炸冲击伤的部分研究成果。

清华大学 庄茁教授 空军军医大学 费舟教授