DOI: 10.16016/j.1000-5404.201901142

2018 年度重庆市出版专项资金资助栏目论文

不同创伤评分系统在爆炸伤伤情评估中的比较

康建毅,段朝霞,张洁元,张东冬 400042 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)野战外科研究所第六研究室,创伤、烧伤、复合伤国家重点实验室

[**摘要**] **目的** 探讨适合武器杀伤生物效应评估爆炸伤伤情的创伤评分系统。**方法** 采用某型模拟弹药对开阔地的 28 只实验兔进行静爆致伤实验,分别使用简明损伤定级标准(abbreviated injury scale, AIS),校正损伤严重度指数(adjusted injury of severity index, ASⅡ)进行伤情判定,研究两种伤情评定方法的优缺点和有效性。**结果** 爆炸距离对 ASⅡ评分、AIS 评分方法中的损伤严重度评分(injury severity score, ISS)和最大简明损伤定级标准评分(maximal abbreviated injury scale, MAIS)都存在显著影响($P<0.001$, $P=0.046$, $P=0.010\ 6$)。ASⅡ、ISS 和 MAIS 评分随着爆炸距离的增加变化率分别为 80%、73.6%、54.5%,ASⅡ评分随着距离的增加变化率最大,其次是 ISS、MAIS 评分。ASⅡ、MAIS 和 ISS 评分与爆炸距离相关系数 R 分别为 0.788 6($P<0.001$),0.607 2($P<0.001$)和 0.566 4($P=0.001\ 7$)。ASⅡ评分与爆炸距离的相关性最好,其次是 MAIS、ISS 评分。**结论** ASⅡ评分能有效反映爆炸伤伤情与损伤程度,更适合于武器杀伤生物效应爆炸伤伤情评估。

[**关键词**] 爆炸伤;创伤评分系统;武器杀伤生物效应评估

[**中图法分类号**] R64; R826 [**文献标志码**] A

Application of different trauma scoring systems for evaluation of severity of blast injuries

KANG Jianyi, DUAN Zhaoxia, ZHANG Jieyuan, ZHANG Dongdong Sixth Research Department, Daping Hospital (Institute of Field Surgery), Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400042, China

[**Abstract**] **Objective** To assess the performance of different trauma scoring systems for evaluating the severity of blast injuries. **Methods** Twenty-eight rabbits were exposed to blast injuries induced by explosion in an open field. The Abbreviated Injury Scale (AIS) and Adjusted Injury of Severity Index (ASⅡ) scoring system were compared for their performance in the evaluation of the injuries. **Results** The distance from the explosion significantly affected the ASⅡ score ($P<0.001$) and both the Injury Severity Score (ISS; $P=0.046$) and the Maximal Abbreviated Injury Scale score (MAIS; $P=0.010\ 6$) in AIS. With the increase in the distance from the explosion, ASⅡ scores showed the highest variation rate (80.0%), followed by ISS (73.6%) and then by MAIS score (54.5%). The correlation coefficients of ASⅡ, MAIS and ISS scores with the distance from the explosion were 0.788 6 ($P<0.001$), 0.607 2 ($P<0.001$) and 0.566 4 ($P=0.001\ 7$), respectively, suggesting that ASⅡ scores has the best correlation with the distance of explosion, followed by MAIS score and ISS score. **Conclusion** The ASⅡ scoring system allows effective evaluation of the condition and severity of blast injuries and is more suitable for assessing the biological effects of explosions.

[**Key words**] blast injury; trauma scoring system; evaluation of biological effects of weapons

Supported by the National Key Research and Development Program of China (2017YFC0822304). Corresponding author: KANG Jianyi, E-mail: 57656090@qq.com

[**基金项目**] 国家重点研究发展计划(2017YFC0822304)

[**通信作者**] 康建毅,E-mail: 57656090@qq.com

[**网络首发**] http://kns.cnki.net/KCMS/detail/50.1126.r.20190411.1656.002.html

爆炸伤是武器杀伤生物效应评估中最常见的损伤之一,通常伤情复杂,复合伤和多发伤发生率高[1-3],对其进行伤情精确判定和分级有利于武器弹药杀伤威力的评估。目前应用在武器杀伤效应评估中的主要创伤评分系统有简明损伤定级标准(abbreviated injury scale, AIS),校正损伤严重度指数(adjusted injury of severity index, ASⅡ),传统的冲击伤伤情病理判断方法等。其中传统的冲击伤伤情病理判定标准[4]只能定性地评估损伤严重程度,不能评估继发性损伤造成的多发伤,并不适合于爆炸伤的精准评估。AIS 评分是 20 世纪 70 年代初由美国医学会、美国机动车医学促进会和汽车工程师协会共同开发的一个通用的损伤严重度评分系统,主要针对车祸伤的类型及严重度进行评估,目前广泛应用在包括爆炸伤在内的创伤医学领域[5]。ASⅡ评分是美国 YELVERTON[6]提出的一个专门针对爆炸伤伤员伤情严重度评估的数字化病理学评分系统,应用范围比较局限。但是对于 AIS 和 ASⅡ这两种创伤评分哪种更适合于武器杀伤生物效应评估仍未知。本研究采用对动物爆炸致伤评分的方式来探讨两种评估方法的优缺点,为今后武器杀伤生物效应评估的标准化提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验动物与致伤分组

本实验采用某型模拟弹药(TNT 当量 300 g),炸高 1.55 m,实验场地为平坦的开阔地。实验动物采用当地大白兔 28 只,体质量(2.2±0.1)kg,雌雄不拘,每只大白兔实验前将胸腹部毛剃光,皮肤外露。白兔胸腹部朝上四肢被固定在动物致伤架上,白兔距离地面 45 cm。由于实验致伤条件限制,实验分 2 次进行,根据编号将动物随机抽取分配于每次实验,每次布放 14 只。其中每次实验距离 1 m 处 1 只,1.5 m 处 2 只,2 m 处 3 只,3 m 处 3 只,4 m 处 3 只,5 m 处 2 只。

1.2 大体形态学观察与爆炸伤伤情判定

现场死亡兔立即作大体解剖观察,存活兔于伤后 6 h 戊巴比妥钠(30 mg/kg)静脉注射麻醉后股动脉放血处死并作大体解剖。重点观察心、肺和胃肠道损伤以及体表破片伤。分别采用 AIS、ASⅡ对爆炸伤进行伤情判定。

1.3 简明损伤定级标准对爆炸伤进行伤情判定

AIS 对损伤有两种判定方法[5]:最大简明损伤定级标准(maximal AIS,MAIS)和损伤严重度评分(injury severity score,ISS)。其中在 AIS 2005 中,AIS 范围为 1~6 分,分别对应轻度、中度、较重、重度、危重、极重。评分时将身体划分为头部、面部、颈部、胸部、腹部及盆腔脏器、脊柱、上肢、下肢骨盆和臀部、体表和热损伤及其他损伤 9 个区域,对每个区域的器官组织根据伤情和评分标准分别进行评价得到该区域的 AIS 创伤评分,最终取最大的分值作为 MAIS 评分。

用 ISS 评分对爆炸伤进行伤情判定时,将身体划分为 6 个区域(头部或颈部,面部,胸部,腹部或盆腔器官,四肢或骨盆,体表),对 6 个区域的器官进行损伤评分,最后选取 3 个不同区域里最高 AIS 分值,将其进行平方和得到 ISS 分值。ISS 分值标准为:ISS>15 分为严重损伤,ISS≤15 分为非严重损伤。

1.4 ASⅡ对爆炸伤伤情判定

ASⅡ是一种评估爆炸导致生物损伤的评分方法[6]。其计算方法为首先计算出不同部位的损伤分值,每个部位(耳除外)的损伤评分除以该部位的最大损伤评分得到其损伤比率,然后所有的损伤比率相加得出一个总损伤比率,再与致命性因素(动物是否出现气胸、血胸、胸腔积血、冠状动脉栓塞、脑动脉栓塞)相加后乘以 1 或 2(存活与否)得出 ASⅡ分值。

ASⅡ分值标准:0.0~<0.2 损伤为阴性,0.2~<0.3 损伤主要为轻微,0.3~<1.0 损伤主要为轻度,1.0~<1.9 损伤主要为中度,1.9~<7.1 损伤主要为重度,ASⅡ>3.6 损伤为>50%死亡。

1.5 统计学分析

采用 Oirgin 8.0 统计软件进行处理,数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较行方差分析及 q 检验。检验水准 $\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 动物伤亡结果

实验共有 6 只动物存活。小于 3 m 死亡率均为 100%,3 m 处死亡率为 83.34%,4 m 处死亡率为 66.67%,5 m 处死亡率为 50%。在近距离处,动物伤情以大部分内脏器官广泛性穿透伤和冲击伤为主,如心肺肝等内脏器官碎裂、胃肠破裂。远距离处,以胸腹部少量瘀血、内脏器官少量点片状出血等金属破片伤为主。

2.2 损伤评分结果

采用 ASⅡ与 AIS(MAIS 和 ISS)对动物损伤进行评分(表 1~3)。结果表明用 ASⅡ方法得到的评分数值和损伤程度随着距离的增加而降低。用 MAIS 得到的评分数值和损伤程度在前 3 m 处随着距离的增加而降低。在 4 m 处反而增高,同样用 ISS 得到的评分数值在 1.5 m 处出现异常,在 3 m 和 4 m 处分值相差不大。

表 1 不同爆炸距离动物损伤 ASⅡ评分结果

距离/m	ASⅡ评分[a]	损伤程度
1.0	11.05±0.73	>50%死亡
1.5	9.11±1.64	>50%死亡
2.0	7.81±1.56	>50%死亡
3.0	5.05±2.36	>50%死亡
4.0	3.36±2.08	重度伤
5.0	2.20±1.66	中度伤

a: $P<0.001$

表 2 不同爆炸距离动物损伤 MAIS 评分结果

距离/m	MAIS 评分[a]	损伤程度
1.0	5.50±0.71	危重
1.5	5.50±0.58	危重
2.0	4.83±0.99	重度
3.0	3.83±0.98	较重
4.0	4.33±1.21	重度
5.0	2.51±1.73	中度

a: $P=0.0106$

表 3 不同爆炸距离动物损伤 ISS 评分结果

距离/m	ISS 评分[a]	损伤程度
1.0	55.00±22.83	严重损伤
1.5	65.00±20.00	严重损伤
2.0	44.00±27.17	严重损伤
3.0	35.16±14.10	严重损伤
4.0	34.00±24.17	严重损伤
5.0	14.50±11.38	非严重损伤

a: $P=0.046$

爆炸距离对 ASⅡ, MAIS, ISS 3 种创伤评分都存在显著影响($P<0.001$, $P=0.010\ 6$, $P=0.046$)。评分结果显示 ASⅡ评分数值下降最明显,从 1 m 的平均分 11.05 下降到 5 m 的评分 2.2,下降了 80%。其次是 ISS 评分从 1 m 的平均分 55 下降到 5 m 的 14.5,下降了 73.6%。最后是 MAIS 评分,从 1 m 的评分 5.5 下降到 5 m 的 2.5,下降了 54.5%。3 种评分方法中,ASⅡ评分随着距离的增加变化最大,其次是 ISS、MAIS 评分。

2.3 评分结果比较

对 3 种不同创伤评分结果与爆炸距离进行线性相关分析,结果为 ASⅡ评分与爆炸距离的相关系数为 $R=0.788\ 6$($P<0.001$),MAIS 评分与爆炸距离的相关系数为 $R=0.607\ 2$($P<0.001$),ISS 评分与爆炸距离的相关系数为 $R=0.566\ 4$($P=0.001\ 7$)。在三者之间 ASⅡ评分与爆炸距离的相关性最好,其次是 MAIS、ISS 评分。

3 讨论

随着军事科学技术的发展,具有多因素、智能化的爆炸性武器在现代战争广泛应用,使得爆炸伤的发生率日益增高[7-8]。据报道在波黑战争中,由爆炸性武器致伤的伤员占全部伤员的 87%。在克罗地亚战争中因爆炸性武器致死者占 43.95%[1]。武器杀伤生物效应评估[9]就是采用物理参数测试和医学评估相结合的方式来评估武器弹药对生物目标的杀伤效应的一门学科,其中通过生物解剖观察进行创伤评分是武器杀伤生物效应医学评估中最基本和最重要的手段。但是究竟哪种评估方法更适应与武器杀伤生物效应评估目前还有争议。

研究表明,用简明损伤评分 MAIS 和 ISS 对爆炸伤进行评估存在一定的缺陷[10-12]。如 MAIS 评分未明确界定肺出血范围,导致无法区别轻、中度肺冲击伤。MAIS 是多发伤某部位一个最大的 AIS 分值,不能反映爆炸伤中的多物理因素、复合伤、多部位伤的特点。如本实验中 2 m 处动物肺部点片状出血 AIS 3 分,肾脏点片状出血 AIS 4 分,胃破裂 AIS 4 分,皮肤穿透伤 1 分,最后只能取腹部器官胃破裂评分 4 分为 MAIS 评分结果,而没有考虑其他器官损伤严重度的叠加效应。尽管 ISS 评分在临床上广泛应用,能够有效评估多发伤伤情,但其自身存在着一定缺陷,比如 ISS 评分是按照身体 6 个区域划分,对于同一身体区域(如腹部)具有 2 个以上损伤时,其评分效能下降。在武器杀伤生物效应评估中对爆炸伤进行 ISS 评分时发现,尽管 ISS 考虑了多发伤的因素,但其对伤情的判定结果并不能有效反映真实的伤情。本研究 2 m 处的动物腹部脏器肾脏点片状出血 AIS 4 分,胃破裂 AIS 4 分,计算 ISS 时,只能取一个器官胃或肾的 AIS 的平方 16 分作为腹部区域的评分。以上这些缺陷导致了 MAIS 分值在 4 m 处和 ISS 分值在 1.5 m 处都出现升高,出现明显偏差,与实际损伤程度严重不符。

此外 KLUGR[13-14]对爆炸伤与其他创伤进行了比较,发现爆炸伤伤员差异显著,机体损伤部位多时,ISS 评分不准确。爆炸伤伤员出现 3 处损伤的比例高于其他常规伤员(10.7% *vs* 1.5%),导致爆炸伤伤员的损伤程度远高于 ISS 评分的预估水平。

ASⅡ是一个主要针对爆炸伤伤员的爆炸伤病理学评分系统,采用该评分系统,生物的各个器官在爆炸中受到的包括继发性投射物或其他因素引起的各种损害可以用损伤分值来表示。AXELSSON 等[15]使用 ASⅡ建立了复杂冲击波与损伤的数学模型,该模型被

广泛用在复杂冲击波损伤评估中。北大西洋公约组织在地雷爆炸后保护装甲车辆内作战人员检测方法中评估标准使用了 ASⅡ建立的数学模型[16]。本实验结果显示,在 3 种评分方法中,ASⅡ评分与爆炸距离相关性优于 MAIS 评分和 ISS 评分。而且 ASⅡ评分随着距离的增加变化最明显,辨识度最高,因此能较为有效地反映爆炸伤伤情与损伤程度,更适合于武器杀伤生物效应爆炸伤伤情评价。当然 ASⅡ评分目前也有一定的缺陷,如没有考虑颅脑损伤,损伤程度与分值非一一对应关系,计算方法比较繁琐,对致命器官的评分较低等问题。因此还有待进一步的研究和完善其伤情判定方法。

此外在本次爆炸伤实验中,由于实验动物数量有限以及爆炸伤本身随机带来的损伤差异较大等因素的影响,导致存在实验结果可能是伤情本身偏离的原因,而不是评分方法问题的可能性,例如爆炸伤中的破片随机命中身体不同部位和器官,导致同一距离 MAIS 评分就会出现分布范围大的情况,因此还有待于进一步加强研究分析爆炸伤评估方法的优劣性以提高武器杀伤效应伤情评估的准确性。

参考文献:

[1] 王正国. 野战外科学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2010: 36-128.
WANG Z G. Field surgery[M]. Beijing: People's Health Publishing House, 2010: 36-128.

[2] SCOTT T E, KIRKMAN E, HAQUE M, *et al*. Primary blast lung injury—a review[J]. Br J Anaesthesia, 2017, 118(3): 311-316. DOI: 10.1093/bja/aew385.

[3] BASS C R, RAFAELS K A, SALZAR R S. Pulmonary injury risk assessment for short-duration blasts[J]. J Trauma, 2008, 65(3): 604-615. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181454ab4.

[4] 王正国. 冲击伤[M]. 北京: 人民军医出版社,1983: 56-77.
Wang Z G. Blast injury[M]. Beijing: People's Military Medical Publishing House, 1983: 56-77.

[5] GENNARELLI T A, WODZIN E. 简明损伤定级标准 2005[M]. 重庆: 重庆出版社, 2005: 212.
GENNARELLI T A, WODZIN E. The abbreviated injury scale 2005[M]. Chongqing: Chongqing Publishing House, 2005: 212.

[6] YELVETON J T. Pathology scoring system for blast injuries[J]. J Trauma, 1996, 40(3 Suppl): S111-S115.

[7] WESTROL M S, DONOVAN C M, KAPITANYAN R. Blast physics and pathophysiology of explosive injuries[J]. Ann Emerg Med, 2017, 69(1): S4-S9. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2016.09.005.

[8] BOUTILLIER J, DECK C, DE MEZZO S, *et al*. Lung injury risk assessment during blast exposure[J]. J Biomech, 2019, 86: 210-217. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2019.02.011.

[9] 王建民,赖西南,陈洪,等. 武器杀伤效应的检测与失能判定的标准与依据[J]. 野战外科通讯, 2006, 31(3): 55-57.
WANG J M, LAI X N, CHEN H, *et al*. Detection of biological effects of weapons and Criteria and basis for the of disability of weapon injury[J]. Mil Surg Commun, 2006, 31(3): 55-57.

[10] 姚远, 周继红, 刘大维, 等. 爆炸伤伤情创伤评分[J]. 创伤外科杂志, 2006, 8(6): 533-535. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2006.06.017.
YAO Y, ZHOU J H, LIU D W, *et al*. Trauma scorings of explosive injury[J]. J Trauma Surg, 2006, 8(6): 533-535. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2006.06.017.

[11] CASSIDY J T, PHILLIPS M, FATOVICH D, *et al*. Developing a burn injury severity score (BISS): adding age and total body surface area burned to the injury severity score (ISS) improves mortality concordance[J]. Burns, 2014, 40(5): 805-813. DOI: 10.1016/j.burns.2013.10.010.

[12] 单浩洋, 代婷钰, 赖西南, 等. 基于动物实验的地面坚固工事伤亡特点研究[J]. 第三军医大学学报, 2018, 40(1): 7-11. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201709190.
SHAN H Y, DAI T Y, LAI X N, *et al*. Analysis of casualties in ground firm works based on animal experiments[J]. J Third Mil Med Univ,2018,40(1): 7-11. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201709190.

[13] KLUGER Y, PELEG K, DANIEL-AHARONSON L, *et al*. The special injury pattern in terrorist bombings[J]. J Am Coll Surg, 2004, 199(6): 875-879. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2004.09.003.

[14] ELSAYED N M, ATKINS J L. 爆炸与冲击相关损伤[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 8-38.
ELSAYED N M, ATKINS J L. Explosions and blast-related injuries[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2011: 8-38.

[15] AXELSSON H, YELVERTON J T. Chest wall velocity as a predictor of nonauditory blast injury in a complex wave environment[J]. J Trauma, 1996, 40(3 Suppl): S31-S37.

[16] North Atlantic Treaty Organisation. Testmethodology for protection of vehicle occupants against anti-vehicular landmine effects: R-HFM-090[S]. Virginia: National Technical Information Service, 2007: 6-9.

(**收稿**:2019-01-17;**修回**:2019-03-01)
(编辑 张 维)