DOI:10.16016/j.1000-5404.2000.08.032

论著

文章编号:1000-5404(2000)08-0790-04

榴弹爆炸时的绵羊胸部创伤

李兵仓[1],张良潮[1],陈志强[1],刘鲁岳[1],李曙光[1],刘 江[2],孙忠良[2],谷春光[2],王 安[2],孙 伟[2],徐国鑫[2] ([1]第三军医大学附属大坪医院野战外科研究所第六研究室,重庆 400042;[2]中国白城兵器试验中心108信箱,白城 137001)

提 要:目的 研究榴弹致胸部创伤的特点和规律,为胸部爆炸伤的救治提供依据。方法 用电启动引爆离地面7 m高的榴弹,将36只绵羊布放于距爆心6~48 m处,致伤时测量冲击波超压和破片速度,致伤后进行病理解剖观察。结果 胸部破片伤的发生率为44.44%,伤后即刻死亡率为31.25%,伤后6 h时达56.25%,以后增加不明显;盲管伤、贯通伤和切线伤的发生率分别为22.22%、16.67%和5.56%;肺冲击伤的发生率为55.55%;心脏被直接击中的机率为5.56%;肋骨骨折严重,胸腔积血多,分占胸部创伤动物的31.25%和87.5%。结论 破片击中胸部的机率高,胸壁穿透伤多,伤情严重,多在伤后6 h以内死亡;肺脏不但可被破片直接击中,也以更高的比例发生冲击伤。因而救治时不仅要早,也要注意检查和处理肺冲击伤。

关键词:胸部损伤;爆炸伤;破片伤;冲击伤
中图法分类号:R655;R826.5 文献标识码:A

Study of thoracic trauma in sheep after shell explosion

LI Bing-cang, ZHANG Liang-chao, CHEN Zhi-qiang, LIU Lu-yue, LI Shu-guang, LIU Jiang, SUN Zhong-liang, GU Chun-guang, WANG An, SUN Wei, XU Guo-xing (Research Insititute of Field Surgery, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China)

Abstract: Objective To study the features and rules of thoracic trauma resulting from high explosive shell in order to obtain the principles and base for the treatment of thoracic explosive trauma. Methods Thirty-six sheep were distributed at the distances of 6 to 48 m from the explosive center and the shell was exploded electrically at 7 m over the earth. The fragment velocity and shock wave pressure were measured and pathological damages were observed after the explosion. Results The rate of thoracic fragment trauma was 44.44%. The immediate morality was 31.25%, morality 6 h after the explosion was 56.25% and it kept later on. The incidence rates of blind, penetrating and tangential wounds were 22.22%, 16.67% and 5.56% respectively, while that of lung shock trauma was 55.55%. The heart was hit with a rate of 5.56%. Severe rib fracture and hemotocele in chest cavity were most common and covered almost 31.25% and 87.5% in all animals with thoracic trauma. Conclusion High rate of fragment traumata, more chest wall penetrating wounds, severe rib fracture and death 6 h after explosion happen commonly in thoracic trauma resulting from high explosive shell. The lungs are not only hit by fragments but also damaged by shock wave. So, the first care should be performed as early as possible and examine and manage the lung blast injury.

Key words: thoracic injury; explosive wound; fragment wound; blast injury

榴弹作为爆炸性杀伤武器,虽然在近代的历次战争中被大量广泛地应用,但除一般的伤情调查外[1,2],尚无榴弹致伤胸部的正规生物试验。为此,本研究以某榴弹为爆炸物,进行了模拟实战情况下的胸部致伤试验,旨在探讨该种爆炸性武器所致胸部创伤的特点

基金项目:全军"九五"指令性课题(96L039)
作者简介:李兵仓(1956—),男,河北省景县人,博士,教授,主要从事现代火器伤、神经系统损伤与修复方面的研究,发表论文30余篇。电话:(023)68757456
收稿日期:1999-04-27;修回日期:2000-06-20

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

和规律, 以为其救治提供理论指导和实验依据。

1　材料与方法

1.1　动物

绵羊 36 只, 雌雄不拘, 体重(19±4.8) kg。致伤前全身剪毛, 并进行血压、呼吸、脉搏、体温等检查。然后根据理论计算的冲击波超压峰值大小、破片的方向密度和有效杀伤半径, 将其随机布放于距爆心 6~48 m 不同距离上。布放方向均为右侧朝向爆心。

1.2　弹药

某榴弹 5 发, 破片平均重 3.5 g, 初速 1 360 m/s, 距爆心 7、8、12.3、17.9 m 处, 实测冲击波超压和正压持续时间为 98 kPa(4.0 ms)、84 kPa(3.6 ms)、45 kPa(5.35 ms)和 31 kPa(4.6 ms), 求出该弹的超压计算公式, 然后计算其它距离上的超压值。

1.3　动物检查

爆炸后在规定允许的时间内(约 20 s), 由掩体跑步进入现场, 现场距掩体距离约 150 m, 到达现场后心跳、呼吸已经停止的动物为即刻死亡, 余者则根据心跳、呼吸停止的时间计算死亡时间, 如动物继续存活, 则最长观察至伤后 72 h, 用颈动脉和股动脉同时放血法处死。

1.4　肺脏冲击伤判定标准

肺脏损伤根据文献[3]的方法按下列标准分级。无伤: 肺脏表面和切面未见异常, 或表面仅有轻微充血或个别点状(0.2 cm×0.2 cm)出血; 轻度伤: 一叶或数叶有点灶状(0.5 cm×0.5 cm)或有 2 个以内的斑块状(1.5 cm×1.5 cm)出血, 切面挤压时有很少量粉红色或血性泡沫样液体流出, 或仅在镜检时方可确定有水肿; 中度伤: 一叶或数叶有斑块状或 2 个以内的小片状(3 cm×3 cm)出血, 2 叶以上的肺表面较膨满, 切面见小支气管管腔内有少许泡沫样液体, 挤压时有较多的液体流出; 重度伤: 一叶或数叶有 3 个以上的小片状或有个别弥漫性大片状出血, 3 叶以上的肺表面明显膨胀, 发亮, 切面见小支气管管腔内有较多的泡沫样液体, 不加挤压亦可流出泡沫样液体, 个别肺叶可有浅层裂口; 极重度伤: 两侧肺脏有 4 叶以上的肺叶有弥漫性大片状出血, 气管腔内积存泡沫样液体, 两侧肺表面显著膨满、发亮, 打开胸腔后肺不萎陷, 切面可见小支气管管腔内有多量的泡沫样液体, 并有大量液体自切面自发流出, 肺表面有多发性浅层裂口或深度撕裂(深 0.5 cm 以上)。

2　结果

2.1　动物死亡情况

在 36 只试验动物中, 共有 25 只动物发生不同部位的破片伤, 其中发生胸部破片伤者为 16 只, 分别占全部试验动物的 44.44%(16/36)和破片伤动物的 64%(16/25)。若以 16 只胸部破片伤动物为基础进行统计, 伤后即刻死亡 5 只, 0.5 h 死亡 2 只, 1、6、12 和 48 h 各死亡 1 只, 伤后即刻和伤后 6 h 的死亡率分别为 31.25%和 56.25%。

2.2　损伤程度和损伤类型

损伤程度与动物距爆心的远近有关。10 m 以内处, 破片常使动物的整个胸部缺失。14~18 m 处, 破片造成的伤口大小不一, 大者直径可达 14 cm 左右, 从而造成心、肺部分缺失, 小者直径仅为 0.5 cm, 多数伤口的直径在 2 cm 左右。

表 1 列出了本实验所见的主要损伤类型。其中盲管伤的发生率最高, 为 22.22%, 切线伤的发生率最低, 为 5.56%, 贯通伤的发生率为 16.67%。三者均大多见于距爆心 18 m 以内处。

表 1　榴弹对动物胸部的损伤类型

Tab 1　Thoracic injury types resulting from high explosive shell

Distance(m)	*n*	Injured	Penetrating W	Blinding W	Tangential W
6~10	10	7(19.44%)	3(8.33%)	3(8.33%)	1(2.78%)
14~18	10	8(22.22%)	2(5.56%)	5(13.89%)	1(2.78%)
22~28	11	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
38~48	5	1(2.78%)	1(2.78%)	0(0%)	0(0%)
Total	36	16(44.44%)	6(16.67%)	8(22.22%)	2(5.56%)

2.3　肺脏损伤情况

破片所致的肺脏损伤情况不一。距爆心 10 m 以内处, 整个肺脏常常缺失。14~18 m 处, 有时整个肺脏缺失, 有时为 4 cm×5 cm 大小的肺叶缺损, 有时则为直径约 0.5~2 cm 的穿透伤, 或呈条状缺损的切线伤。18 m 以远处破片只击中 1 只动物的胸部, 造成了直径约 1 cm 的肺脏穿透伤。

在 36 只动物中共有 20 只发生了肺冲击伤, 总发生率为 55.55%。其中 7 只(19.44%)为中度伤, 13 只(36.11%)为轻度伤。中度伤见于布放在距爆心 10 m 以内的动物, 10 m 以远的动物仅见轻度伤。中度伤的大体解剖主要表现为肺脏表面的小片状出血, 有的呈肋间压痕样, 肺表面较膨满, 切面可见少许泡沫样液体, 挤压时液体流出较多; 轻度伤则肺表面的点灶状或斑块状出血, 切面挤压时有很少液体流出。

2.4　心脏损伤情况

在 36 只试验动物中, 直接被破片击中心脏的只有 2 只(5.56%), 全部为心脏碎裂。另有 7 只动物(19.44%)的心脏虽未被破片直接击中, 但可见左心室内膜下、乳头肌、腱索根部和二尖瓣有点片状出血。

2.5　肋骨骨折和胸腔出血情况

肋骨骨折的动物有 5 只, 占 16 只胸部弹片伤动物的 31.25%。其中 2 只为多根肋骨的大面积缺损, 3 只为 1~2 肋骨的严重粉碎性骨折。16 只胸部受伤的动物 14 只(87.5%)有程度不同的胸腔积血, 少者 200~300 ml 不等, 多者胸腔积血可达 1 000 ml 以上。

2.6　组织病理学检查

光镜下肺脏原发伤道的主要病理改变为破碎的组织结构和大量的组织出血, 其间有数量不等的中性白细胞浸润。距原发伤道 2 cm 处, 仍可见肺泡腔和肺泡隔内有大量的红细胞堆积, 以及破裂的肺泡结构, 并可见粉红色的组织水肿液。在冲击伤肺中, 出血区镜下可见严重的肺泡腔和肺泡隔出血, 见图 1。非出血部位除见肺泡腔和肺泡隔内有数量不等的红细胞, 以及粉红色的水肿液外, 还可见肺泡隔变薄、肺泡隔断裂和肺

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

泡腔融合等改变。心脏的镜下改变为心内膜疏松增宽，见图 2。出血部位则有红细胞堆积。肌层表现为心肌纤维间隙增大，横纹模糊不清，闰盘消失。

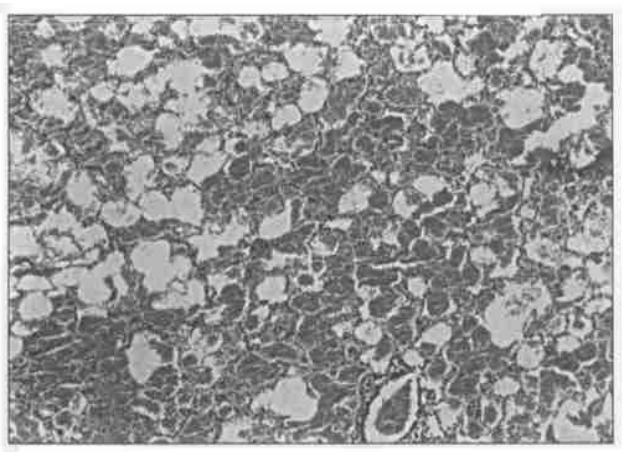


图 1 肺出血区镜下可见肺泡腔和细支气管内充满红细胞，肺泡隔变薄和断裂 （HE× 100）

Fig 1 Within bleeding area, alveolar cavity and bronchiole are filled with red blood cells, and alveolar septa become thinner and rupture （HE× 100）

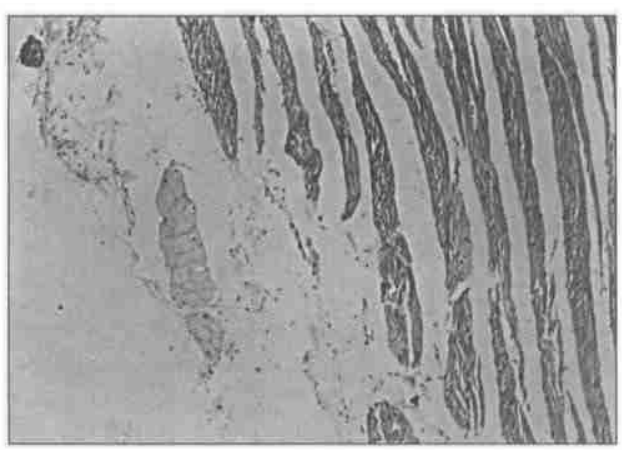


图 2 心内膜疏松增宽，其内可见淡染的蒲肯野氏纤维；心肌纤维间隙增大，横纹和闰盘模糊不清 （HE× 200）

Fig 2 Endocardium is loosing and broaden with Purkinie fibers in it. Gaps between the myofibers are enlarged, stria and intercalated disk are blur （HE× 200）

3 讨论

根据以往的战伤统计，在近代历次战斗中的胸部火器伤发生率为 8%左右，阵亡率约为 27%，其中破片造成的胸部创伤由一战时的 29.4%上升到美军侵越时的 71%[1]。波黑战争期间，根据一组 259 例伤员的调查，胸部火器伤的发生率为 90.7%，破片造成的胸部火器伤高达84.3%[2]。另据波黑战争期间对一组 4 339 名阵亡者的调查表明，因胸部火器伤而死亡者占 17.6%，其中的43.9%因爆炸性武器致伤而死亡[4]。在本实验中，胸部破片伤占全部破片伤动物的 64%。伤后即刻死亡率为 31.25%，伤后 6 h 时的死亡率达 56.25%，以后的死亡率虽有升高，但幅度不大。虽然现场实验的结果难以和战伤调查的结果进行全面比较，但从本结果和以往的战伤调查资料不难看出，胸部是战时最易受伤的部位，而破片又是现代战争中造成胸部创伤的首要原因。由于胸部含有心、肺、大血管等重要生命器官，因而胸部破片伤的阵亡率和早期死亡率都很高。因此，战时不仅要加强对胸部的防护，更应注重对胸部破片伤的救治，尤其是伤后 6 h 以内的早期救治，对降低死亡率至关重要。

本实验利用榴弹现场静爆发现，破片所致胸部创伤全部为穿透伤，其中盲管伤的发生率为 22.22%，其次为贯通伤，占 16.67%，切线伤的发生率最低，为 5.56%。一般说来，破片动能在未衰减到不足以穿透机体的情况下，其所致的盲管伤通常比贯通伤更为严重。因为截面积较大的破片没有相同速度的弹头穿透力强，但其撞击机体后可将能量瞬间全部传递给机体，从而形成伤情更重的盲管伤。从本实验所用榴弹爆炸后形成的破片来看，恰为重达几克的多边性破片。这样一种破片，不仅造成了胸部大面积的缺失，也常造成肺脏的严重缺损。

除胸部破片伤外，本实验还观察到轻度至中度肺脏冲击伤。值得注意的是，破片伤的动物只有 16 只，而肺脏冲击伤的动物却有 20 只，说明尽管有的动物没有明显的胸部破片伤，但胸腔内脏器却受到了损伤。显而易见，爆炸性武器除破片致伤外，另一重要的致伤因素就是冲击波，两种主要致伤因素共同造成了胸部爆炸伤的这一特点。另需说明的是，本实验在距爆心 12.3 m 处实测超压峰值仅为 45 kPa，这与以往羊轻度肺损伤的压力值为 207 kPa 的报道[5] 相去甚远。我们认为，造成这一差别的原因除了现场和实验室在测量条件、方法等方面有所不同以外，另一原因可能与高速破片加重肺冲击伤[6] 有关。因此，当爆炸性武器致伤时，即使冲击波的超压值不太高，也应注意冲击伤的检查和处理。

本实验中只有 2 只动物的心脏被破片直接击中，均于伤后即刻死亡。有资料表明，心脏穿透伤的现场死亡率高达 94%，在剩余的 6%幸存者中，又有 50%到

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

达医院后死亡[7]。说明心脏损伤的发生率虽然很低，但却严重威胁伤员的生命，救治时容不得任何延误。至于本实验中见到的心内膜下、乳头肌、腱索根部和二尖瓣等部位的片状出血，我们分析有两种可能，一是破片穿行心脏的临近部位时，破片压力波侧向扩展和爆炸冲击波的复合作用所致；另一原因可能就是压力波沿血管系统传导所致的远达效应。当然，机体受伤时神经内分泌的骤然改变可能也与此有关。

由于疼痛和反常呼吸等，肋骨骨折常严重影响伤员的呼吸，因而是需早期进行紧急处理的情况之一。本实验中肋骨骨折的发生率为 31.25%。需要说明的是，爆炸所致的肋骨骨折要么为严重的粉碎性骨折，要么为多根肋骨的严重缺损。一般说来，多根肋骨骨折可造成胸壁软化而引起反常呼吸。但由于本实验中的破片多造成胸腔的穿透伤，因而不存在胸壁软化问题，更需要处理的是气胸和血气胸。从本实验结果可以看到，87.5%的动物具有胸腔积血，多者可达 1 000 ml 以上。因而，及早排空胸腔内的血液和气体，以缓解血气胸对肺脏和纵隔的压迫，恢复胸腔内的负压，改善呼吸和循环状态，对抢救伤员的生命无疑是重要的。

参考文献：

[1] 刘欲团. 胸部火器伤[A]. 见：刘荫秋，王正国，马玉媛 主编. 创伤弹道学[M]. 北京：人民军医出版社，1991. 269—277.

[2] Biocina B, Sutlic Z, Husedzinovic I, *et al*. Penetrating cardiothoracic war wounds[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 1997, 11(3): 399—405.

[3] 李兵仓，张良朝，陈志强，等. 某榴弹致伤绵羊后的破片伤和冲击伤[J]. 中华创伤杂志，1999，15(6)：451—454.

[4] Kuzman M, Tomic B, Stevanovic R, *et al*. Fatalities in the war in Croatia, 1991 and 1992. Underlying and external causes of death[J]. JAMA, 1993, 270(5): 626—628.

[5] 杨志焕，王正国. 冲击波致伤和安全标准研究概况[J]. 军用标准化，1998，4：35—37.

[6] Huang J Z, Yang Z H, Wang Z G, *et al*. Study on characteristics of blast-fragment combined injury in dogs[J]. J Trauma, 1996, 40(3 Suppl): S63—67.

[7] Campbell N C, Thomson S R, Muckart D J, *et al*. Review of 1198 cases of penetrating cardiac trauma[J]. Br J Surg, 1997, 84(12): 1 737—1 740.

（编辑 谢义霞）

文章编号：1000-5404(2000)08-0793-01

经验与短篇

立体定向伽玛刀治疗脑转移瘤临床分析

Clinical analysis of stereotatic Gama Knife treatment for brain metastasis tumor

陈广鑫，邹咏文，沈光健 （第三军医大学附属大坪医院野战外科研究所神经外科，重庆 400042）

脑转移瘤在临床上比较多见。我院自 1997 年 10 月至 1998 年 11 月，用伽玛刀治疗脑转移瘤，且随访超过 6 个月 48 例，现报告如下。

1 一般资料与方法

1.1 伽玛刀治疗组

48 例中男性 29 例，女性 19 例。年龄 30～74 岁，平均 52 岁。病灶部位：幕上 45 例(93.75%)，幕下 3 例(6.75%)。单发者 33 例，多发者 15 例，共 98 个病灶，。病灶来源：肺癌 41 例，肝癌 2 例，肾癌 2 例，鼻咽癌 2 例，未查到原发病灶 1 例。所有病例都经过 CT、MRI、B 超和/或病理证实。临床表现：颅内压增高 34 例，癫痫 9 例，神经系统有局灶性体征 27 例。

1.2 对照组

分单纯全脑化疗和手术＋放疗 2 组，单纯全脑化疗组：24 例，男性 17 例，女性 1 例，年龄 34～54 岁。幕上 19 例，幕下 5 例。单发者 15 例，多发者 9 例。手术＋放疗组：27 例，男性 18 例，女性 9 例，年龄 35～67 岁。幕上 23 例，幕下 4 例。单发者 24 例，多发者 3 例。单纯全脑化疗组平均治疗后生存期 4～5 个月。1 年内死亡 17 例(70.83%)。手术＋放疗组平均治疗后生存期 7.2 个月。1 年内死亡 18 例(66.66%)。

1.3 治疗过程

采用 Lekell 脑立体定位框架，以 0.2～0.3 cm 厚层肿块连续 CT 或 MRI 扫描获得图像，通过计算机规化治疗系统，根据病

（下转 796 页）

作者简介：陈广鑫(1953—)，男，河南省郑州市人，副教授，主要从事伽玛刀的基础及临床方面的研究，发表论文 29 篇。电话：(023)68757243

收稿日期：1999-09-20；修回日期：2000-04-24

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net