DOI:10.16016/j.1000-5404.1992.02.018

狗冲击伤复合破片伤时肺的形态学改变

黄建钊 杨志焕 王正国 尹友国 冷华光 刘大维（第三军医大学 野战外科研究所）630042

提 要 本研究主要观察了狗中度冲击伤、高速破片伤及冲击伤复合高速破片伤后24h肺的大体解剖、光镜与电镜的改变。结果表明，狗肢体高速破片伤对中度冲击伤肺损伤具有加重作用，伤情大致可以加重1个等级。

关键词 爆炸伤；创伤，枪弹；肺/病理学；狗

爆炸性武器致伤已成为现代战争中人员伤亡的主要因素，在恐怖活动中也屡见不鲜。破片和冲击波是爆炸性武器的主要杀伤因素[1]，但有关冲击伤复合破片致伤的形态学改变文献尚未见有报道，对其致伤特点也缺乏了解。本实验观察了狗中度冲击伤，肢体高速破片伤及两者复合致伤后肺、心等形态学变化，以探讨其致伤特点，为该类伤员的救治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 动物及分组

四川地区成年健康杂种狗27只，体重13.12±1.23kg。分为冲击伤组（Ⅰ组），7只；破片伤组（Ⅱ组），7只；冲击伤复合破片伤组（Ⅲ组），7只及正常对照组（Ⅳ组），6只。

1.2 致伤与观察方法

实验动物于致伤前1d下午开始禁食，实验时给予1.5%戊巴比妥钠静脉麻醉（30mg/kgBW）后按如下方法致伤。

1.2.1 冲击伤 用BST-I型生物激波管全容积、闭合式致伤。动物布放处超压峰值为300±19kPa，正压作用时间为56±1ms。

1.2.2 破片致伤 采用质量为0.48g的三角形破片，用7.62mm53式滑膛枪发射，射击部位为左后后肢股骨、股动脉后侧肌肉丰满处，撞击速度为1116±70m/s。

1.2.3 复合伤 动物经BST-I型生物激波管致伤后立即行破片致伤，致伤条件同上。

伤后24h动物经股动脉放血活杀，按下法观察。

1.2.4 大体观察 对投射物伤道及腹腔脏器作一般观察，重点观察肺、心损伤，按本研究室冲击伤伤情判定标准判定伤情，分为无伤、轻度伤、中度伤及重度伤。称取肺湿重并将肺置入70℃烤箱中72h烤干，取出称取肺干重。计算肺体指数（LBI）和肺含水率（RLW）。

1.2.5 光镜观察 取左肺肉眼损伤区与肉眼正常区交界处肺组织（Ⅰ组：固定取左下叶中部），10%福尔马林固定，石蜡切片、HE染色、光镜观察。

1.2.6 透射电镜观察 标本取自左肺，切成1mm³大小，3%戊二醛固定，按常规方法后固定，脱水及超薄切片，染色后在JEM-100SX电子显微镜下观察。

1.3 资料分析与统计

实验数据以平均值±标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，采用单因素方差分析和χ^2检验，结果以$P<0.05$为相差显著。

2 结 果

2.1 大体观察

2.1.1 伤道 Ⅰ、Ⅱ组大致相同，全部为贯通伤，入口面积：3.95±0.59cm²，出口面积：3.67±1.14cm²。伤道走行多与出入口连线一致，形状不规则，其内充有大量失活坏死组织及血块，其中Ⅰ组1例，Ⅱ组2例发生伤道部位股骨横断性骨折。

2.1.2 腹腔脏器 致伤3组动物未见明显改变，仅个别动物有轻度肝脾包膜下出血。

2.1.3 胸腔脏器

2.1.3.1 肺 Ⅰ组：以肺出血为主，多呈斑点状或斑块状，个别为小片状，发生在一叶或数叶，形状不规则，有时表面可见出血性“肋间压痕”，出血较重区常伴有水肿（图1）。Ⅰ组仅少数动物可见局灶性斑点状出血。Ⅱ组：常可见斑块状、小片状出血，伴有明显水肿，有的肺叶实变如肝。严重的肺损伤常局限在一叶或两叶，而其它部位损伤则相对

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

轻得多。（图2）

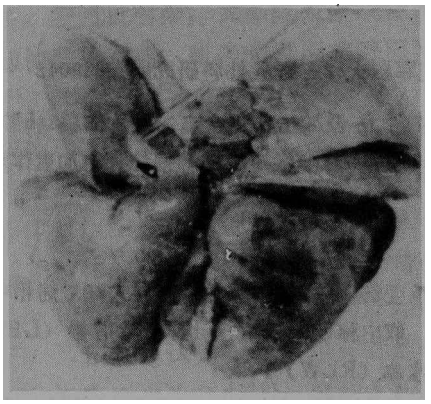


图1　右下肺中度出血

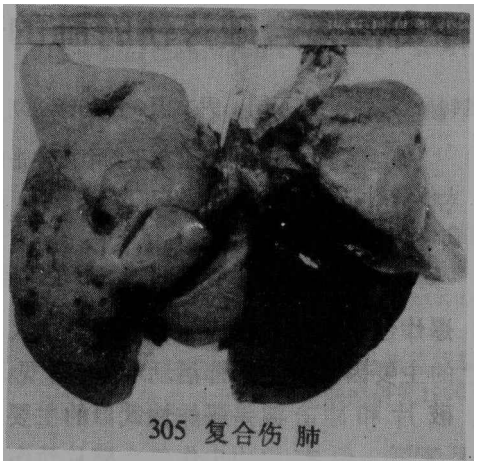


图2　右下肺重度出血、水肿

2.1.3.2　心脏　致伤3组改变大致相同，多为轻度心内膜下出血。出血多发生在左心二尖瓣和乳头肌处，呈斑点状或索条状。右心则很少见。

2.1.4　肺体指数（LBI）与肺含水率（RLW）　伤后24h LBI与RLW，Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ组无显著差别，Ⅲ组明显高于Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ组，相差均显著（$P<0.01$或$P<0.05$）（表1）。

表1　伤后24h LBI及RLW

参数	组别 Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
LBI（%）	0.94±0.22	0.88±0.14	1.34±0.40$^{**\Delta\Delta\times\times}$	0.86±0.11
RLW（%）	79.47±2.27	79.38±2.31	84.45±3.98$^{*\Delta\times\times}$	77.56±0.90

与Ⅰ组相比 *：$P<0.05$，**：$P<0.01$　与Ⅱ组相比 $^{\Delta}$：$P<0.05$，$^{\Delta\Delta}$：$P<0.01$

与Ⅳ组相比 $^{\times\times}$：$P<0.01$

2.1.5　伤情判定结果　各组伤情情况详见表2。其中，肺重度伤发生率Ⅲ组远高于Ⅰ、Ⅱ组，且相差均非常显著（$P<0.01$）。

2.2　光镜观察

Ⅰ组：肺泡及间质内出血、水肿，炎细胞浸润，肺泡断裂，肺大泡形成，并可见支气管腔内出血、水肿。Ⅱ组：仅少数动物肺泡腔内可见水肿液和红细胞。Ⅲ组：与Ⅰ组病变类似，但程度重于Ⅰ组。

2.3　电镜观察

Ⅰ组：肺毛细血管内白细胞、红细胞聚集，毛细血管内皮细胞肿胀，基底膜较正常增厚，Ⅰ型上皮细胞变性，部份坏死脱落，Ⅱ型上皮细胞板层体可

表2　伤后24h各组心、肺损伤程度和发生率

组别	动物数	动物数和心肺损伤程度 肺	心	肺重度伤发生率（%）
Ⅰ	7	0/1/5/1	3/4/0/0	14.28
Ⅱ	7	5/2/0/0	2/5/0/0	0
Ⅲ	7	0/0/2/5	2/5/0/0	71.42$^{**\Delta\Delta}$

从左到右依次表示肺、心损伤程度为：无，轻度，中度及重度损伤。　$^{**\Delta\Delta}$ 同表1。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

见排空现象，个别发生坏死脱落，间质内可见水肿、出血及炎细胞浸润。肺泡腔内可见水肿液、红细胞、白细胞及坏死脱落的上皮细胞碎片。Ⅰ组：肺毛细血管内红细胞、白细胞聚集较Ⅰ组易见，并可见血小板聚集物，血小板颗粒有排空现象（图3）。个别部位尚可见红细胞碎片。有时可见内皮细胞基底膜肿胀，肺泡腔内有少量游出的白细胞，并可见水肿形成。间质及肺泡出血较少见。Ⅲ组：肺毛细血管腔内可见白细胞嵌塞（图4）。血小板聚



图3.微静脉内血小板颗粒排空



图4.毛细血管内白细胞嵌塞

集及细胞碎片，程度同Ⅰ组相似。肺泡血气屏障结构破坏严重，内皮细胞浆肿胀，基底膜明显增厚，Ⅰ型上皮细胞坏死、脱落，个别部位尚可见毛细血管内皮细胞基底膜裸露或毛细血管内皮、基底膜及肺泡上皮3层相互融合，结构不清。Ⅱ型上皮细胞表面微绒毛脱落，胞浆肿胀，可见板层体排空现象，并可见Ⅱ型上皮坏死脱落入肺泡腔中，肺间质水肿、出血、白细胞浸润，肺泡腔内可见大量水肿液，红细胞，白细胞及脱落的肺泡上皮细胞碎片。

3 讨　论

3.1 目前，有关爆炸性武器主要致伤因素破片、冲击波及热力作用等致伤的研究已较多，对它们的致伤特点和机理有了比较深入的了解，但关于冲击伤复合投射物致伤的形态学改变则未见报道。本实验大体观察结果表明，复合伤组动物肺出血、水肿程度明显重于冲击伤组，前者多为重度伤，重度伤发生率达71.42%，而后者则主要为中度伤，重度伤发生率仅占14.28%。光镜和电镜观察结果也显示Ⅲ组损伤程度重于Ⅰ组。这些结果提示肢体高速破片致伤对冲击伤具有加重作用。

3.2 从本实验的结果还可看出，加重效应主要发生在肺脏，伤情大致加重一个等级，对心脏及腹腔脏器来说，并未显示加重现象。进一步的观察还可发现复合伤组肺损伤严重区域常局限在一叶或二叶，且水肿加重区多位于出血区及其邻近肺组织，与单纯肺冲击伤的特点非常相似，提示肺损伤加重部位主要局限于原发冲击伤部位，实际上，本实验冲击波致伤时，动物以左侧朝向爆心，右侧由于反射压的作用，所受激波压力大于左侧，因此，Ⅰ组动物肺损伤多以右肺为重，而Ⅲ组动物肺损伤也多以右肺为重。

3.3 关于高速破片致伤对冲击伤加重效应的机理，目前还不太清楚。一些实验研究表明，高速投射物除引起投射物撞击部位损伤外，也可以引起伤道远隔部位器官、组织的损伤[2][3]。从本实验的结果看，破片伤组部份动物出现了轻度的心肺损伤。为此，我们认为高速投射物对撞击部位远隔器官组织的损伤作用可能是高速破片加重冲击伤的重要因素，在肺组织遭受冲击伤后，正常结构已遭破坏，这时高速破片压力波的作用及来自伤道的一些有害物质就可能对肺冲击伤起着加重作用。另外，本实验观察到Ⅱ、Ⅲ组动物伤后肺微循环中血小板聚集及白细胞聚集、嵌塞较Ⅰ组易于见到，且血小板颗粒排空现象也较明显，说明在有破片参与的致伤中，血小板与白细胞功能亢进较明显，对于

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

破片伤后的肺损伤有不可忽视的作用，并可能是破片致伤加重冲击伤的原因之一。

参 考 文 献

1. 王正国。新武器伤的防治。中国人民解放军总后勤部卫生部 1979：38
2. Liu Yingqiu, Chen Yun, Chen Lin, et al. Mechanism and characteristics of the remote effects of projectiles. J Trauma (China). Suppl 1990; 6 (2): 16～20
3. Suneson A, Hansson H, Kjellstrom B, et al. Pressure wave injuries to the nervous system caused by high energy missile extremity impact: Part II distant effect on the central nervous system. A light and electron microscopic study on pigs. J Trauma 1990; 30: 295～306

(收稿：1991-06-21；修回：1992-01-25)

Morphological changes of the lungs after blast, shell-fragment, and blast-fragment combined injuries in dogs

Huang Jianzhao, Yang Zhihuan, Wang Zhengguo, et al (Research Institute of Field Surgery, Third Military Medical College, Chongqing, 630042)

Abstract After the dogs were inflicted with blast injury, high velocity shell fragment injury on one extremity, and blast-fragment combined injury, the morphological changes of the lungs were examined under gross inspection and with optical and transmission electron microscopes, and the lung/body weight index and lung water ratio were determined.

It was found that high velocity shell fragment injury on one extremity could intensify the blast injury on the lungs by one grade.

Key words blast injuries; wounds, gunshot; lung/PA; dogs

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net