DOI:10.16016/j.1000-5404.2000.07.011

文章编号:1000-5404(2000)07-0639-03

论著

炮口冲击波引起的山羊病理形态学改变

杨志焕[1],王正国[1],李晓炎[1],周继红[1],李兵仓[1],叶经方[2],刘世平[2],顾金良[2],夏 言[2],章 萍[2] ([1]第三军医大学附属大坪医院野战外科研究所第四研究室,重庆 400042;[2]南京理工大学弹道国防科技重点实验室,南京 210094)

提 要:目的 探讨炮口冲击波对山羊的病理形态学改变。方法 用125 mm火炮单发发射穿甲弹,进行大体形态学、光镜和电镜观察。结果 肺是炮口冲击波作用最敏感的内脏器官,大体解剖主要表现为不同程度的肺出血;光镜观察可见肺泡出血、水肿,肺泡明显扩张,肺不张和炎细胞浸润;电镜观察可见肺泡上皮肿胀、变性、微绒毛减少,肺泡隔增生纤维化。上呼吸道和胃肠道对炮口冲击波也较为敏感,主要表现为不同程度的粘膜和浆膜下出血。结论 炮口冲击波可引起明显的内脏器官损伤。

关键词:炮口冲击波;冲击伤;病理形态学
中图法分类号:R642;R827.3 文献标识码:A

Pathological examination of blast injuries caused by muzzle shock wave in goats

YANG Zhi-huan, WANG Zheng-guo, LI Xiao-yan, ZHOU Ji-hong, LI Bing-cang, YE Jin-fang, LIU Shi-ping, GU Jin-liang, XIA Yan, ZHANG Ping (Research Institute of Field Surgery, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China)

Abstract: Objective To study the morphological changes after muzzle shock wave impact in goats. Methods Gross observation and optical and transmission electron microscopic examinations were carried out after the goats were injured with the shock wave during the single shot of armor penerating shell of 125 mm cannon. Results Hemorrhage of different degrees in the damaged lungs was found in gross examination. Hemorrhage, edema, dilatation of pulmonary alveoli, atelectasis and inflammatory cell infiltration were apparent under optical microscopy. Transmission electron microscopy showed degeneration, swelling, decrease of microvilli and proliferation and fibrosis of alveolar septa. Upper respiratory and gastrointestinal tracts were also sensitive to muzzle shock wave as hemorrhage of mucosa and subserosa was found. Conclusion Muzzle shock wave is able to induce the definite damagees of the respiratory and gastrointestinal system.

Key words: muzzle shock wave; blast injury; morphological pathology

随着火炮口径增大和装药优化设计,火炮发射时的炮口冲击波明显增强了,由此对暴露于这一军事环境作业人员的健康可能带来危害。既往对冲击伤的病理形态学曾进行了较为深入的研究,但有关炮口冲击波病理形态学的改变国内外文献报道不多。本研究观察125 mm火炮发射穿甲弹时的炮口冲击波引起的山羊的病理形态学改变,以期阐明炮口冲击波的损伤特点,从而为其防治提供一定的依据。

基金项目:总装备部弹道国防科技重点实验室基金课题(97JS33.4.1,JB4001)
作者简介:杨志焕(1938-),男,江苏省武进市人,研究员,主要从事冲击伤方面的研究,发表论文53篇。电话:(023)68757454
收稿日期:1999-01-25;修回日期:2000-03-10

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

1 材料与方法

1.1 实验动物和致伤方法

采用125 mm火炮平射穿甲弹为致伤模型。实验动物为山羊20只，雄雌各10只，体重12.0~23.5 kg；肌注安定10 mg镇静后，自然体位固定于铁丝笼内，侧向爆心布放于炮口中线旁开0.8 m，前方0、1和2 m的两侧，单发发射穿甲弹，共3发。另外，在首发发射时，于炮手位的装弹手和瞄准手处各布放羊1只。采用压电传感器为主，压阻传感器为辅的两套测试系统同时测定冲击波物理参数。

1.2 观察指标

1.2.1 大体形态学观察 动物于伤后1~8 h，静脉注射3%戊巴比妥钠麻醉后，股动脉放血处死动物，按冲击伤诊断标准，观察炮口冲击波对听器和内脏器官的损伤。

1.2.2 光镜和电镜观察 大体形态学观察的同时，对部分有病理改变的肺组织，留取组织块，分别固定于15%福尔马林溶液和3%戊二醛溶液中，常规制片进行光镜和电镜观察。

2 结果

2.1 冲击波物理参数测试

炮口前方有2次激波形成，1次激波冲击波超压峰值为102.27~344.30 kPa，2次激波超压峰值为61.32~327.63 kPa。冲击波超压峰值以炮口前方1 m处为最高，其次为炮口前方2 m处，而平炮口的侧方较低，正压持续时间为1.44~1.46 ms。处于炮尾的冲击波仅有1次激波，装弹手和瞄准手位的冲击波超压峰值明显比炮口前方低，为15.19~50.45 kPa，正压持续时间为15.85~17.92 ms。

2.2 大体形态学观察

损伤主要见于布放在炮口前方的动物，而布放于炮手位的动物未见明显损伤。大体解剖的结果详见表1。

表1 炮口冲击波大体形态学改变（n=20）

Tab 1 Gross morphological changes of goat subjected to muzzle shock wave（n=20）

	Perforation of tympanic membrane		Hemorrhage in upper respiratory tract			Hemorrhage in lung			Hemorrhage in gastrointestinal tract		
	Left	Right	Slight	Mild	Moderate	Slight	Mild	Moderate	Slight	Mild	Moderate
Cases	13	8	4	3	1	3	6	2	8	3	0
%	65	40	20	15	5	15	30	10	40	15	0

2.3 光镜和电镜观察

光镜观察主要可见肺泡腔出血、水肿，肺泡扩张、肺不张和炎细胞浸润，见图1。肺小动脉腔内有炎细胞滞留、贴壁，血管壁肿胀，血管外周有水肿套形成。电镜观察主要可见肺泡Ⅰ型上皮突起增多，肿胀变性，毛细血管内皮增生、肿胀，细胞器稀少，见图2。肺泡Ⅱ型上皮板层体潴留，细胞器和微绒毛减少，胞浆肿胀，可见空泡，见图3。肺泡隔间质增生纤维化。

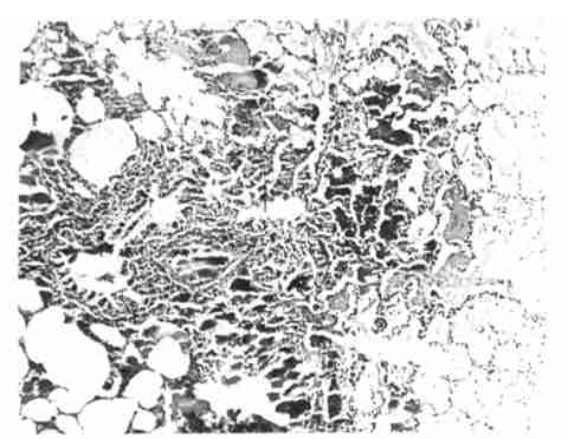


图1 肺泡腔出血、水肿，腔内大量炎细胞浸润 （HE× 40）

Fig 1 Bleeding in alveolar cavity, edema, inflammatory cell infiltration （HE× 40）

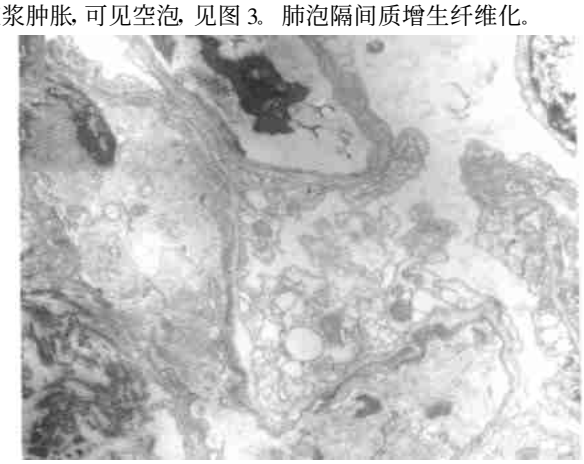


图2 肺泡Ⅰ型上皮突起增多，肿胀变性 （TEM× 10 000）

Fig 2 Increase of tubercle in type Ⅰ alveolar epithelial cells, swelling and degeneration （TEM× 10 000）

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

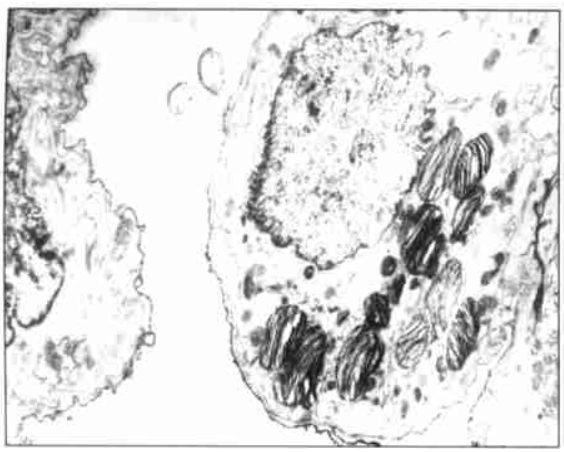


图 3　肺泡Ⅱ型上皮板层体潴留, 细胞器和微绒毛减少　(TEM×10 000)

Fig 3　Residence of lamellar bod in type Ⅱ alveolar epithelial cell, decrease of cell organ and microvilli (TEM×10 000)

3　讨论

炮口冲击波是火炮发射时由炮口或炮尾射流所形成的空气冲击波的总称。往往 1 次射击可以产生 2 个冲击波, 1 次激波是火药气体出膛口之后膨胀所形成的冲击波, 2 次激波是膨胀后的火药气体燃爆所形成的冲击波。通常火炮前方冲击波超压峰值较高, 本研究发现前方 1 m 处的超压峰值可达 344.30 kPa。炮手位的冲击波超压峰值较低, Yelverton 等报道 155 mm 加榴炮大多为 20 kPa。我们既往的研究表明在 152 mm 加榴炮发射时炮手位的 1 次激波超压为 15～24 kPa, 2 次激波为 18～29 kPa[1]。尽管炮手位的激波强度较低, 单次发射时对内脏影响也不大, 但在连续多次发射时, 除引起听器损伤外, 还可能引起内脏器官损伤[2]。因此, 探讨多次低强度冲击波对炮手的影响已成为目前国内外军事医学十分关注的课题之一。

既往的研究表明单次、高强度冲击波作用时听器和肺是最敏感的靶器官, 但在多次、低强度冲击波作用时, Phillips 等[3] 发现上呼吸道是最敏感的靶器官, 不管是否存在肺和胃肠道损伤, 喉头损伤总是存在。Clifford 等[4] 报道胃肠道对多次低强度冲击波也较为敏感, 可引起羊的瘤胃、盲肠、结肠和小肠损伤。我们既往的研究发现在 152 mm 加榴炮连续发射 60 次后, 布放在炮手位的羊以喉头和气管损伤最为明显, 其次为胃肠道, 而肺损伤并不明显, 与文献[1] 报道结果一致。本研究一是受现场单发发射条件的限制, 二是既往尚未进行过炮口前方冲击波对生物效应的研究, 为此重点观察了炮口前方冲击波引起的羊的病理形态学改变。结果表明其损伤特点主要表现为单次高强度冲击波的损伤特点。即肺和听器是最敏感的靶器官, 可引起不同程度的肺出血和鼓膜穿孔。但不同于一般单次高强度冲击波致伤特点的是上呼吸道损伤发生率较高, 其发生机制尚不清楚, 推测可能与炮口冲击波有两次激波, 引起甚高频的喉头和气管发生共振效应有关。

肺泡出血、水肿、肺泡隔增生纤维化等病理改变, 可引起肺泡通气与灌流失调, 使大量流经肺毛细血管的血液未经氧合而进入左心, 导致肺分流量增加, 从而引起低氧血症。肺泡上皮肿胀、变性等病理改变可使肺表面活性物质产生减少, 从而引起肺不张, 导致低氧血症进一步加重。表现在功能方面, 可见动脉氧分压明显降低, 肺分流量明显增加, 严重时可发生ARDS[5,6]。因此, 进一步深入研究炮口冲击波的形态和功能改变, 对其早期救治可能具有一定意义。

参考文献:

[1] 杨志焕, 姚德胜, 王正国, 等. 炮口冲击波对炮手的影响[J]. 第三军医大学学报, 1991, 13(4): 412－413.

[2] 杨志焕, 唐承功, 王正国, 等. 空气冲击波重复作用的生物效应[J]. 爆炸与冲击, 1991, 11(2): 170－175.

[3] Phillips Y Y, Dancer A, Richmond D R, *et al*. Nonauditory effects of repeated exposures to intense impulse noise. Basic and applied aspects of noise-induced hearing loss[M]. New York: Pleum Publishing, 1986. 400－411.

[4] Clifford C B, Moe J B, Jaeger J J, *et al*. Gastrointestinal lesions in lambs due to multiple low level blast overpressure exposure[J]. Mil Med, 1984, 149(9): 491－495.

[5] 王正国, 郑世刚, 沈于干, 等. 冲击伤动物肺分流量和血气变化[J]. 解放军医学杂志, 1983, 8(1): 1－3.

[6] 杨志焕, 王正国, 唐承功, 等. 冲击伤早期动脉血气、循环内皮细胞和凝血功能的变化[J]. 中华创伤杂志, 1991, 7(Suppl): 95－97.

(编辑　薛国文)

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