DOI:10.16016/j.1000-5404.2003.11.003
第25卷第11期 第三军医大学学报 Vol. 25, No. 11
938 2003年6月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Jun. 2003

论著

文章编号:1000-5404(2003)11-0938-03

犬水下冲击伤后主要脏器的病理学变化

张 波,刘大维,蒋建新,杨志焕,朱佩芳,王正国 (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)

提 要:目的 观察动物水下冲击伤后主要脏器的形态学变化。方法 采用大体、光镜和电镜的方法观察不同致伤条件下20只成年狗伤后6 h的肺脏、小肠及心脏的病理变化。结果 损伤动物大体解剖可见明显肺出血、水肿。镜下见不同程度的肺泡内出血,水肿液填充,肺泡壁断裂并相互融合;肺泡壁的超微结构显示肺泡细胞线粒体空泡变、毛细血管内皮破坏等。以出血为主的肠道损伤明显可见。结论 严重的肺出血、水肿可能是水下冲击伤动物早期死亡的主要原因。动物伤情的严重程度与水下冲击波的峰值压力/正向冲量两参数密切相关。肠道损伤不容忽视。

关键词:水下冲击伤;肺出血;肺水肿
中图法分类号:R361;R846.2 文献标识码:A

Morphological changes of the main internal organs in dogs with underwater blast injury

ZHANG Bo, LIU Da-wei, JIANG Jian-xin, YANG Zhi-huan, ZHU Pei-fang, WANG Zheng-guo (Department 4, Research Institute of Field Surgery, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China)

Abstract: Objective To observe the morphological changes of main internal organs in dogs with underwater blast injury. Methods Samples (lungs, intestinal tract and heart) from 20 adult dogs were taken 6 hours after different underwater blasts and observed with gross examination, light microscope (LM) and electron microscope (EM). Results Grossly, pulmonary hemorrhage and pulmonary edema were the main pathological changes. LM examination revealed that the alveolus space was filled with edematous fluid and the bloody components. Part of alveolus walls ruptured and fused into bigger cavities. EM showed there were vacuolated mitochondria of alveolar epithelium and some broken capillary predominant endothelium. Hemorrhage was the pathological feature of intestinal tract. Conclusion Severe pulmonary hemorrhage and pulmonary edema may be the main cause of early death of dogs with underwater blast injury. The severity of injury is closely related to blast parameters (peak pressure/positive impulse). Attention should be also paid to the damage of intestinal tract.

Key words: underwater blast injury; pulmonary hemorrhage; pulmonary edema

水下冲击伤为岛礁、登陆作战时最常见的损伤之一。第二次世界大战中就出现过数千例水下冲击伤伤员[1]。水的密度约为空气的800倍,无明显的压缩性,故水下冲击波具有传播速度快、传播距离远及无典型的压缩区和稀疏区等特点。所以,其致伤机制和损伤特点有别于空气冲击波,为了进一步了解水下冲击伤的损伤特点,对水下冲击伤进行了初步的研究。本研究仅就其病理学改变作一探讨,为水下冲击伤的防治提供实验依据。

1 材料与方法

1.1 爆炸用药及起爆方式

使用TNT炸药,为使爆炸时产生的能量均匀分布,将TNT打磨成两个半球。为观察不同质量TNT对动物的致伤效应,TNT炸药分别制成0.2、0.5、1 kg,直径为62、84、106 mm的球形炸药备用,装药密度(1.643±0.005) g/cm^3。临用前将传爆药柱固定于预定位置,接上起爆电缆的雷管插套中,用室温固化剂填充,固化后将雷管套插入炸药球的预留孔中,使其下端与传爆药柱起爆面接触,再用固化剂封住结合部,待固化剂固化后,将炸药球放入网兜中并扎紧,上端悬挂于固定的钢丝上,下端系上吊锤。炸药入水深度为3 m,用高压瞬发雷管通过传爆药柱在炸药球中心起爆。

基金项目:全军"十五"指令性课题(01L067)
作者简介:张 波(1967—),男,河南省信阳市人,博士,助理研究员,主要从事创伤愈合方面的研究,发表论文13篇。电话:(023)68757474
收稿日期:2002-07-05;修回日期:2002-12-30

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

1.2　实验动物与致伤方法

成年杂种犬 20 只(雌性 7 只), 体质量(12.43±1.75) kg。1.5%戊巴比妥钠 20~30 mg/kg 静脉麻醉后, 颈部用漂浮夹具固定, 垂直漂浮于水面, 将犬分别布放于距爆心 5.0~17.5 m 间。头露出水面, 胸腹及四肢浸没于水中。离爆心不同距离布放压力传感器, 其深度为水面下 0.3 m。共进行 4 次水下爆炸。

1.3　标本取材与处理

现场死亡动物立即解剖取材; 存活动物于伤后 6 h 以 1.5%戊巴比妥钠静脉麻醉后股动脉放血处死, 迅速取病变明显与肉眼观正常之间的组织, 分别置于 10%福尔马林溶液和 2.5%戊二醛固定。石蜡包埋, HE 染色作光镜观察; 电镜标本经处理后在透射电镜下观察。

2　结果

2.1　大体病变

20 只犬中, 5 例现场死亡, 伤后 6 h 内未见再死亡。距爆心 5、7.5、8.75 m 分别为 2 只、2 只和 1 只, 死亡边界距爆心 8.75 m, 总死亡率 25%。距爆心 10 m 及以远的动物全部存活。

2.1.1　肺损伤　　主要表现为明显可见的肺出血、水肿, 现场死亡动物均有极重度的肺出血与中度至极重度的肺水肿, 气管内可见血性泡沫样液体, 见图 1。肺出血的发生率为 75%; 肺水肿的发生率为 45%。剖检中另见有的犬肺泡相互融合形成肺大泡。病变程度与动物所承受的超压及距爆心的距离有密切关系。超压越大损伤越重, 相同爆炸剂量时, 距爆心越近损伤越重。动物所承受的超压不同, 其肺脏的损伤程度有所差异, 见图 1、2。图 1 显示冲量为 470.0 I+/kPa·ms 时动物双肺极重度出血和水肿; 图 2 可见肺部无明显出血、水肿(冲量为 146.3 I+/kPa·ms)。

2.1.2　消化道损伤　　部分犬有小肠和结肠损伤, 见图 3。小肠损伤以浆膜与粘膜下不同程度的出血为主(25%); 结肠损伤发生率为 40%, 除浆膜和粘膜下出血外, 还可见浆膜下血肿与浆肌层撕裂。



图 1　双肺极重度出血和水肿(现场死亡)　冲量为 470.0 I+/kPa·ms

Fig 1　Severe pulmonary hemorrhage and pulmonary edema (death, 470.0 I+/kPa·ms)

图 2　肺部无明显出血、水肿　冲量为 146.3 I+/kPa·ms

Fig 2　No obvious pulmonary hemorrhage and pulmonary edema (146.3 I+/kPa·ms)

图 3　肠道多处出血(现场死亡)　冲量为 539.8 I+/kPa·ms

Fig 3　Multiple hemorrhage in intestines (death, 539.8 I+/kPa·ms)

2.1.3　其它脏器损伤　　少数犬可见气管粘膜出血、心包出血、心内膜下出血、胰腺出血、脾系膜和包膜下出血等轻微损伤。个别犬可见冠状动脉内气体栓塞。

2.2　镜下所见

2.2.1　肺　　在光镜下见肺泡腔内充满大量的血液及血浆, 肺呈"实变"样, 肺内多数血管充/淤血明显。肺泡壁变薄或断裂, 每见相互融合现象。部分肺细支气管内可见脱落的上皮, 还可见红细胞、白细胞及粉红色的蛋白性液体成分, 见图 4。

电镜观察发现肺泡腔内有较多的红细胞及少量的粒细胞与淋巴细胞, 肺泡壁结构不完整, 肺泡壁 I 型细胞胞浆内线粒体空泡变, 并可见髓鞘样结构, 细胞膜失去完整性, 核染色质凝集, 核膜不完整。肺泡壁毛细血管内皮细胞破坏严重, 部分线粒体出现空泡变与髓鞘样结构, 核膜不完整, 染色质凝集、边缘化, 见图 5。

2.2.2　心脏　　少数部位的心肌纤维排列紊乱, 有明显的心肌纤维断裂和片段化; 未见典型的润盘结构, 横纹不明显, 有部分的肌纤维溶解、颗粒化。多数胞核形态基本完整, 偶见核固缩; 局部肌纤维溶解明显, 肌纤维之间有红细胞漏出。

2.2.3　小肠　　小肠上皮基底膜与肌层之间有血液成分漏出, 粘膜肌层多处断裂, 肌层失去原有的正常结构, 部分区域出现肌溶解, 肌细胞核可见空泡化, 浆膜不完整; 粘膜下层的毛细血管内有血液淤积, 粘膜上皮偶见脱落, 见图 6。

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

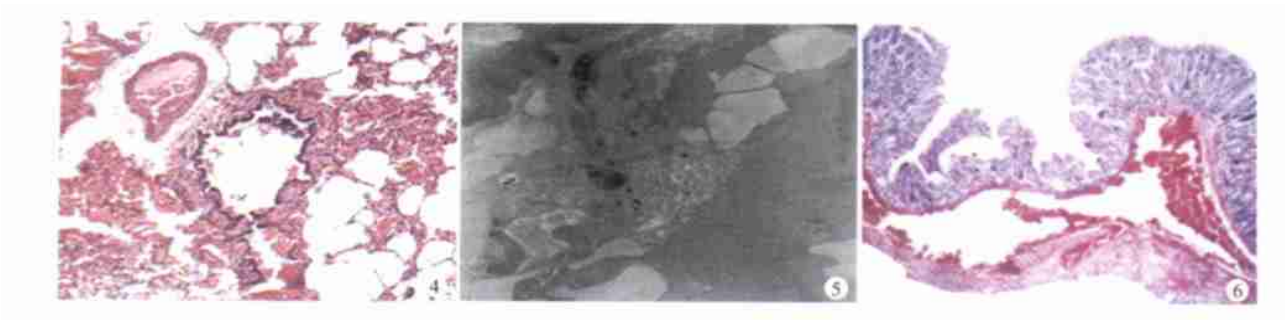


图 4 每见肺泡腔内充满红细胞及水肿液，部分肺泡壁断裂，融合扩大，另见少数支气管上皮细胞脱落 （HE× 40） 冲量为 209.8I＋/kPa·ms

Fig 4 Alveolus space filled with edematous fluid and the blood components, part of alveolus walls ruptured and fused into bigger cavities （HE× 40, 209.8I＋/kPa·ms）

图 5 肺泡腔内红细胞逸出 （TEM× 2 550） 冲量为 213.5I＋/kPa·ms

Fig 5 Transgression of blood cells in alveolus space （TEM× 2 550, 213.5I＋/kPa·ms）

图 6 小肠黏膜下与肌层间出血 （HE× 40） 冲量为 325.1I＋/kPa·ms

Fig 6 Hemorrhage between intestinal submucous layer and muscular layer （HE× 40, 325.1I＋/kPa·ms）

3 讨论

水下冲击伤是指水下爆炸时冲击波引起的机体损伤。已知水下冲击波的传播速度较空气为快且传播的距离明显要长，同质量的 TNT 空气爆炸与水下爆炸相比，距爆心同一距离的压力值可相差 200 倍左右[2]。由于水下冲击波有着固有的、不同于空气冲击波的特点，其引发的伤情应具有其本身的特色。根据本系列相关研究水下冲击伤具有：死亡率高、致伤/致死的主要靶器官为肺，肠道损伤的发生率高及实质脏器与体表损伤发生率低等特点，我们对水下冲击伤主要的靶器官肺、空腔脏器肠道以及实质脏器心脏作了形态学观察。

从结果可知，进入实验视野的标本几乎无一例外地出现不同程度的病理变化，病变的严重程度与动物承受的超压及离爆心距离呈密切的相关：超压越大，动物距爆心越近，其损伤越严重；同时发现，损伤的严重程度与压力峰值呈正相关，即压力峰值越大，损伤越严重。另外，水下冲击波物理参数的表现为峰值压力高，持续时间短（数百微秒），前沿上升时间极快（微秒级）的特点[3]，故采用正向冲量这一参数可能更为合理。事实上，在本实验的结果中，超压峰值压力和正向冲量这两种参数与伤情变化的关系基本一致，即压力峰值越大，正向冲量也越大，动物损伤越严重。

水下冲击伤时肺脏的病理变化主要表现为肺出血与水肿。损伤区域的肺泡内出现明显的血液成分外逸；肺泡壁断裂并相互融合形成“大泡”结构；在超微结构上，肺泡壁Ⅰ型上皮及毛细血管内皮的破坏均可严重影响肺的呼吸及屏障功能，严重者导致呼吸衰竭，为动物早期死亡的主要原因。

水下冲击波所致的肠道损伤明显有别于空气爆炸引起的损伤，表现为发生率高和病变重，由其导致的继发损伤也需密切观察。实质脏器如心脏损伤相对较轻，非早期死亡的主要原因。随着伤后时间的推移，许多继发性损伤会显现出来，并发挥其不可忽视的作用。由于本实验特殊情况的限制，标本仅取自伤后 6 h，在观察的时间点上略显单薄，由水下冲击伤引起的继发病变尚未充分表现出来。这将在我们的后续工作中进一步完善，这样可能对于完全意义上理解水下冲击伤的形态学变化更为确切。

从水下冲击伤的防治意义上来看，由于严重的肺损伤是早期死亡的主要原因之一，同时伴有消化道损伤，故在防护方面不仅应注意胸部的防护，还应兼顾防护腹部。

（致谢：感谢本研究室尹志勇，李晓炎，张良，杨志焕教授和宁心高级工程师给予本实验的指导；以及张岫竹，杨在亮研究实习员对本实验的帮助！）

参考文献：

[1] Philips Y Y, Zajtchuk J. The management of primary blast injury[A]. In: Bellamy R F, Zajtchuk K. Conventional Warfare Ballistics, Blast and Burn injuries. Textbook of Military Medicine[M]. Washington DC USA: Office of the Surgeon General Dept of the Army, 1991. 132－232, 258－260

[2] 王正国. 冲击伤[M]. 北京：人民军医出版社，1983. 77－78.

[3] 黎 鳌，盛志勇，王正国. 现代战伤外科学[M]. 北京：人民军医出版社，1998. 97.

（编辑 刘洪娥）

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