DOI:10.16016/j.1000-5404.1991.02.006

冲击波对大鼠胸或腹局部作用的致伤效应*

孙立英 王正国 杨志焕 唐成功 马孝华（第三军医大学 野战外科研究所）630042

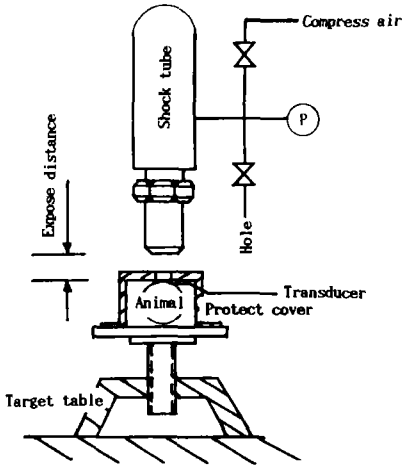
提 要 用微型激波管建立了大鼠局部冲击伤实验方法。50只大鼠平均分为5组，第1和第3组为胸部致伤组。第2和第4组为腹部致伤组，第5组为对照。第1和第2组的暴露距离为15mm，第3和第4组的为135mm，超压峰值分别为231.9kPa～224.6kPa和173.7kPa～186.3kPa。第1组、2组、3组和4组的肺出血面积分别为483±47mm²/100g体重、114±42mm²/100g体重、29±8mm²/100g体重和12±7 mm²/100g体重；胸部致伤动物均无腹腔脏器损伤。结果表明局部冲击伤时压力差效应具有选择性，胸腔脏器为靶器官。

关键词 爆炸伤；胸部损伤；激波管；大鼠

有人推断压力差效应在冲击伤发生机制中起重要作用[1]。在爆炸性事故或战争期间，半暴露人员可发生局部冲击伤[2]，这时的暴露和非暴露部位之间存在压力差。但这方面的研究甚少。本研究用微型激波管建立了局部冲击伤致伤方法，旨在利用大鼠胸和腹局部冲击伤模型，探讨压力差效应的作用。

1 材 料 和 方 法

Wistar种大鼠50只，平均体重234±25g，性别不拘，随机分成5组，每组10只。第1组和第3组为胸部致伤，激波作用中心位于右腋中线上锁骨与肋弓连线的中点；第2和4组为腹部致伤，暴露中心为右腋中线上的腹部中点。第5组为对照。第1组和2组动物距被驱动段管口的距离为15mm，第3组和4组的为135 mm。驱动段内压力8.7MPa，被驱动段内径10mm。为避免作用面积扩大，用铝板制作了槽形防护罩（长×宽×高：180mm×100mm×50mm）。上盖中心钻φ12mm孔。动物用戊巴比妥钠麻醉（30mg/kg），置于防护罩下，使暴露部位、φ12mm孔和激波管长轴在同一垂线上。直径3 mm的压阻式传感器固定在防护罩下面，感应面和φ12mm孔缘相切。信号经HG-4型直流放大器放大，用DSS-5040型数字存储示波器和YEW-3086型x－y绘图仪记录（图1）。



附图 局部冲击伤实验方法示意图

Fig. Schematic diagram of method for partial blast injury

致伤后6 h内活杀存活动物，按标准计算肺出血面积和腹腔脏器损伤。肺水指数＝1－肺干重/肺湿重，肺体指数＝肺湿重/体重。数据均经统计处理，结果以均数±标准差表示。

2 结 果

流场参数测定结果如表1所示。暴露距离近，超压峰值和正压时间均显著增加（$P<0.05$），负压峰值降低。

胸或腹部暴露均有肺出血，暴露距离为15mm时，胸部暴露的第1组动物肺出血最重，有肋间压痕等典型超压伤特征，8只动物出现不同程度的肺破裂或胸腔积血，但无肝、肾等实质器官破裂和胃

* 国家自然科学基金资助项目

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

表1 动物前流场参数

Tab. 1 Parameters of flow field determined on the surface of animals

Group	D(mm)	Pm(kPa)	Pn(kPa)	Tm(ms)	Tn(ms)
1	15	231.9±24.2*	38.6±10.4	8.4±0.8*	66.0± 7.4*
2	15	224.6±28.5*	35.4± 6.8*	8.9±1.1*	52.4± 9.0
3	135	173.7±27.4	43.0± 8.7	3.1±0.3	34.2±10.3
4	135	186.3±44.1	49.8±12.7	3.3±0.5	39.4± 7.1

D:Explosive distance; Pm: Overpressure; Pn: Negative pressure; Tm: Period of overpressure; Tn: Period of negative pressure; *: Compared to group 1 and 2, $P<0.05$

肠道出血；腹部暴露的第2组肺出血也较重，10只动物均有肝、肾或脾破裂等钝器伤特征。暴露距离增加至135mm，第3组动物肺出血较轻，但比第4组重（$P<0.05$），无胃肠道等腹腔脏器损伤；第4组动物有胃肠道粘膜出血，无肝肾等实质器官破裂，但仍有肺出血，肺水指数和肺体指数均略高于对照组（表2）。

表2 胸和腹腔脏器伤情

Tab. 2 Injuries of organs in thoracic and abdominal cavities

Group	L(mm²/100gBW)	Q	I	S(mm²)	R(%)	N(%)
1	483±47*	0.98±0.14	0.720±0.065	0	0	100
2	114±42	0.81±0.12	0.861±0.042	18±11*	100	100
3	29± 8 Δ	1.24±0.07Δ	0.902±0.085	0	0	0
4	12± 7	0.71±0.11	0.981±0.055	2±3	0	0
5	0	0.60±0.17	0.619±0.037	0	0	0

L:Lung hemorrhage; Q: Quatient of lung mass/body mass; I: Index of lung water; S: Hemorrhage of gastro-intestinal tract; R:Rupture of liver or kidney; N: Percentage of dead animals within 30 minutes; *:Compared to other group, $P<0.05$; Δ: Compared to group 4 $P<0.05$

3 讨 论

Fung等报道，激波作用时，肺内应力分布不均[3]。Hamit认为不同密度组织之间的压力差效应在冲击伤发生机制中可能起重要作用[1]。但研究压力差形成的原因及压力差对组织损伤作用的特点，不宜用全身暴露的方法，因难以排除激波对组织的直接作用[4]。

本研究利用微型激波管，模拟半暴露人员的受伤条件，建立了局部致伤方法，使大鼠能产生胸或腹局部冲击伤，表明这种方法是可行的。

两组胸部暴露动物，均未见腹腔脏器损伤，但腹部暴露动物均有肺出血，可能的原因有二：（1）胸部暴露时，激波使肺组织破坏后自身的强度锐减，向腹腔传递时不足以造成腹腔脏器损伤；（2）腹腔器官的可压缩性与肺相比要低得多，密度也较均匀，对激波衰减作用小，激波作用时，胸腹腔之间压力差较大，压力波向胸腔传递引起肺损伤；强激波作用时，动压作用使腹腔压缩变形，导致器官破裂或碎裂并向胸腔迅速移位，也会引起肺损伤。

本实验结果表明，局部致伤条件下，压力差效应具有选择性，肺是靶器官；提示腹部冲击伤病例可能存在肺损伤。

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

参 考 文 献

1. Hamit HF. Primary blast injury. Indu Med 1983; 42(3):14～21
2. Jaffin JH. A laboratory model for studying blast overpressure injury. J Trauma 1987; 27(4):349～356
3. Fung YC, Yen RT, Tao ZL, et al. A hypothesis on the mechanism of trauma of lung tissue subjected to impact load. J Biomech Eng 1988; 110(2):50～56
4. Sun LY and Wang ZG. Small and miniaturized shock wave generators and their employment in studying blast injury. J Trauma 1990; 6(Suppl 2):258～263

(收稿: 1990.06.08; 修回: 1991.02.02)

Effects of Regional Blast Injury on the Thorax and Abdomen in Rats

Sun Liying, Wang Zhengguo, Yang Zhihuan, et al
(Research Institute of Surgery, Third Military Medical College, Chongqing 630042)

Abstract The injurious effects of regional blast from a miniature shock tube on the thorax and abdomen were studied in 50 rats, which randomized into 5 groups, 10 in each. The blast wave was aimed at the thorax in groups 1 and 3 and at the abdomen in groups 2 and 4. The exposure distance was 15 mm in groups 1 and 2 with an overpressure peak value of 224.6～231.9 kPa, and 135 mm in groups 3 and 4 with an overpressure peak value of 173.7～186.3 kPa. It was found that the amount of lung bleeding was 483±47mm^2, 114±42mm^2, 29±8mm^2, and 12±7mm^2 per 100 g of body weight in groups 1, 2, 3, and 4 respectively. However, no damage in the abdomen could be found in groups 1 and 3. The results indicate that the effects of pressure difference of regional blast injury possess a characteristic selectivity and the thoracic viscera are the target organs.

Key words blast injury; thoracic injury; shock tube; rat

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