DOI:10.16016/j.1000-5404.1991.05.019

技术与方法

微型生物激波管的研制及其在家兔眼冲击伤实验中的应用*

孙立英 王正国 李晓炎 冷华光 杨志焕（第三军医大学 野战外科研究所）630042

炸药爆炸时，半暴露人员（如站立在战壕中或掩蔽不完全）可发生眼、胸部的局部冲击伤。这种情况下，暴露区和非暴露区存在压力差[1-2]。模拟产生这种局部致伤条件，对探讨压力差效应在冲击伤发生机制中的作用有重要意义。本文介绍了一种微型激波管，报道了局部致伤方法及眼冲击伤实验。

1 材料与方法

1.1 微型激波管的结构设计

驱动段由炮管钢制成，壁厚30mm，内径40mm，长500mm。设计承压68.6MPa，可用悬置在管内的微柱型炸药或雷管驱动，以产生点源性激波。一般情况下使用时，用压缩空气（最大压力24.0MPa）驱动。内容积约50.0cm³，用体积为50cm³的钢质充填块，使内容积于50cm³～500cm³之间可调，用一片或数片0.2mm厚的退火铝片作膜片。设计了拧接式夹膜段，内容积为3.9cm³，可使用单或双夹膜。使用双夹膜时，采用阶梯式充压破膜法，可精确控制驱动压。配置9种不同内径（2mm～10mm）的被驱动段，以调节激波的超压峰值、正压时间和作用面积。受试动物置于被驱动段管口前方，允许使用呼吸机等控制实验条件，可方便地进行体表压力、体内压力和电生理指标的测定。将微型压阻式传感器（头端直径3mm）置于暴露区内，与动物相贴，感应面与波阵面垂直，只测定超压以反映流场参数。因距被驱动段管口较近，高速气流的正向冲击可损坏传感器，故未测定动压。

1.2 眼冲击伤实验方法

为进行眼冲击伤研究，设计了两种致伤方法。

1.2.1 正向致伤方法 制作了长方型木盒（长×宽×高：40cm×20cm×12cm），底部固定在高度可上下调节的旋转靶台上。上盖由3块活动卡板组成，其中一块板上钻有φ12mm孔。家兔侧卧于木盒内，左眼对准盒盖上的孔，在动物周围填沙定位。眼球至被驱动段管口的垂直距离为暴露距离。

1.2.2 侧向致伤方法 将后端开口的木盒（40cm×20cm×20cm）倾斜固定在靶台上，与激波管长轴所成的倾斜角约为20°。家兔俯卧位，置于盒内，经上倾斜面前端留有的8cm空隙，使动物头部暴露，调整左眼球位置，使之与激波管长轴在一条垂线上，用海绵填塞头部周围，起缓冲和定位作用。60只家兔，性别不拘，平均分为正向暴露和侧向暴露两组，按上述方法致伤。为比较流场参数差异，以右侧朝向爆心的大鼠作靶物体，不加防护罩致伤。压力传感器置于眼球附近或与大鼠相贴。信号经HG-4型直流放大器放大，用示波器和X-Y绘图仪记录（附图）。

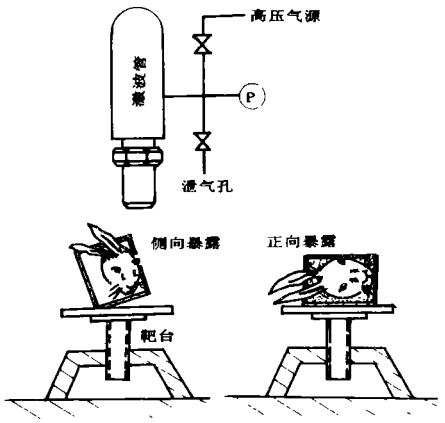
2 结果

2.1 以大鼠作靶时的流场参数

从表1中可见，暴露距离增加，超压峰值和负压峰值均降低，表明用改变暴露距离的方法可以调节致伤强度。

*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



附图　家兔眼冲击伤实验方法示意图

表1　流场参数

Pd (MPa)	Di (cm)	Pm (kPa)	Tm (ms)	Pn (kPa)	Tn (ms)
5.4	4	97.4	9.8	52.2	88.8
5.4	36	46.5	6.5	21.8	31.3
5.2	48	37.3	16.8	10.4	56.9

Pd：驱动压；Di：动物与孔之间距；Pm：超压峰值；Tm：正压时间；Pn负压峰值；Tn：负压时间

2.2　眼冲击伤实验结果

流场参数如表2所示。正向暴露时，朝向激波侧的木盒面积较大，使波后气体消散慢，正压时间长，无负压相，这与侧向暴露时气流可迅速消散的情况不同。超压峰值的变化同单用大鼠作靶时的流场参数也有明显区别，其原因可能与高速气流在正向暴露时形成了马赫盘（Mach Disc）有关[2]。

表2　眼冲击伤实验的流场参数

Me	Di (cm)	Pm (kPa)	Tm (ms)	Pn (kPa)	Tn (ms)
Straight on	4.0	477.0±42.4	8.2　±0.3	0	0
Side on	2.0	236.7±22.0	0.062±0.023	54.2±36.6	0.650±0.406

Me：致伤方式；驱动压力为5.39±0.21 MPa

家兔眼出现巩膜充血、角膜混浊、前房出血、晶状体混浊或破裂、眼底充血或出血，个别动物出现视网膜剥离。

3　讨　论

Jaffin等研制了一台类似的微型激波管[2]，内容积约150cm^3，激波正压时间不足1 ms，无负压相。一般的生物激波管，产生的激波负压时间均不超过正压时间的2倍[3]。但炸药在开阔地爆炸时，负压时间比正压时间长约3倍～10倍[4]。

本研究制造的微型生物激波管具有如下特点：（1）可产生典型的指数形爆炸波，负压时间长，负压时间与正压时间之比同爆炸波的类似；（2）波形因素，如超压峰值、负压峰值、作用时间等变化范围较宽；（3）体积小、操作简单、使用费极低；流出管口后的激波在空气中迅速稀疏，噪声低，对周围环境和人员的影响很小；（4）稍远距离致伤时，可研究激波超压致伤效应；近距离暴露可使肺组织发生出血、实质器官破裂，具有钝器伤特征，适于进行激波总压致伤效应的研究；（5）可进行定距离、定位、定面积暴露的局部冲击伤研究。

原发性眼冲击伤多为激波直接作用造成的眼挫伤，是全身性冲击伤的一部分。进行眼冲击伤实验研究的报道甚少。本研究用正向和侧向两种致伤方法，造成的眼损伤与Draeger等的临床报道相似[5-6]，表明用本设备进行致伤是可行的。

关键词　生物激波管，眼冲击伤

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

参 考 文 献

1. 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 1986; 110(2):50
2. Jaffin JH, McKinney L, Kinney RC, et al. A laboratory model for studying blast overpressure injury. J Trauma 1987; 27(4):349
3. Richmond DR, Galordy CS, Damon EG, et al. DASA-AEC-Lovelace Foundation blast-simuationl facility. Techanical Progress Report No.DA-49-146-XZ-372 1966: USA DASA 1853
4. Owen-Smith MS. Explosive blast injury. Med Bulle US Army Eur 1981; 38 (7-8):36
5. Draeger RH. Blast injury. JAMA 1946; 132(13):762
6. 王正国。冲击伤：几种常见的冲击伤。北京：人民军医出版社，1983:138～139

(收稿：1991.01.04；修回：1991.06.06)

改良低温包埋胶体金免疫电镜技术

孙 榆 蔡文琴 李 巍 邓晓林 李国荣* (第三军医大学训练部 组织学与胚胎学教研室)

近年来，胶体金方法广泛应用于生物学研究中，为确定抗原存在的部位提供了一种检测手段。但在常规电镜制样操作过程中，因高温聚合等因素的影响，致抗原活性部份丧失，易导致该法的失败。80年代初，Lowicryl K4M（以下简称K4M）作为低温包埋剂用于免疫电镜样品制备的包埋后染色[1]。K4M是一种低粘度的包埋剂，可在低温（-20℃）下，由紫外线光照射聚合。不需经加热等程序[1,2]。因此，既能较好地保存组织结构，又能较多地保存抗原活性。目前国内应用低温包埋胶体金免疫电镜技术仅限于病毒的定性观察，在组织学方面尚未见有报导。我们应用K4M包埋免疫电镜技术对心肌细胞内心房颗粒的心钠素进行胶体金标记定位。实验中对K4M包埋方法[3]进行了改进，并对心房肌的常规电镜包埋和K4M低温包埋标本的胶体金标记效果进行了比较。现介绍如下。

1 方 法

取人心房肌约1 mm^3，环氧树脂618包埋按本室常规电镜样品制备方法进行。K4M包埋按下列改良程序进行。

组织块固定于Zamboin氏液，4℃，2h～4h。0.1M PBS漂洗，除去黄色。于4℃，在30%乙醇中脱水30min，于-20℃，在50%，70%，80%，90%，100%×2乙醇中各脱水50min。K4M纯包埋剂与100%乙醇按1:1比例混合，于-20℃浸透1h，然后移入K4M纯包埋剂与100%乙醇按2:1比例混合液中，于-20℃浸透过夜，最后于K4M纯包埋剂（-20℃）浸透24h。将胶囊置于自制的包埋架上放入紫外线灯箱（紫外线灯管6W，波长360nm一支），样品与照射源的距离约为30cm。于-20℃，经紫外线照射聚合48h后，移至室温继续聚合72h。在包埋剂配方上，我们改用微量注射器抽取（加针头）：

交联剂	0.27ml
单 体	1.73ml
称取起动剂	10mg

*：现工作单位：山东师范大学测试中心

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