DOI:10.16016/j.1000-5404.2002.07.001
第24卷第7期 第三军医大学学报 Vol. 24, No. 7
2002年7月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Jul. 2002

文章编号:1000-5404(2002)07-0753-03

论著

颅脑投射物伤合并爆炸伤的动物模型及损伤特点

刘鲁岳,李兵仓,吴国萍,张良潮,陈志强 (第三军医大学附属大坪医院野战外科研究所第六研究室,重庆 400042)

提 要:目的 建立一种可供实验室应用的颅脑爆炸伤动物模型。方法 采用滑膛枪发射钢珠弹与雷管同步启爆模拟爆炸性武器产生的破片和冲击波,用不同的弹速与冲击波压力组合致动物颅脑伤,观察致伤能量与损伤程度间的关系及伤后病理改变的特点。结果 动物伤后可存活6 h以上,局部伤情和病理改变能体现颅脑爆炸伤的特点。结论 本实验所建立的动物模型可用于颅脑爆炸伤的实验研究。

关键词:颅脑爆炸伤;动物模型
中图法分类号:R-332;R826.62 文献标识码:A

Animal model and injury characteristics of craniocerebral projectile explosive wound

LIU Lu-yue, LI Bing-cang, WU Guo-ping, ZHANG Liang-chao, CHEN Zhi-qiang (Sixth Department, Research Institute of Field Surgery, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China)

Abstract: Objective To establish an animal model of craniocerebral explosive wound used in laboratory for investigating the characteristics of injury. Methods A steel ball shooting from a musket at different spades and explosion by detonator at different degrees at the same time were carried out to simulate the fragments and blast wave of explosive weapon to wound the animals with combination of different impact velocities and blast pressures. Relationship between wounding energy and injured degrees was determined. Characteristic of pathological changes of the brain was observed after wounding. Results The animals survived more than 6 h after wounding. Local wounding characteristics and pathological changes were similar to those of craniocerebral injury induced by real explosive wound weapon. Conclusion Animal model established with this method can be used in experimental study of craniocerebral explosive wound.

Key words: craniocerebral explosive wound; animal model

现代战争中,70%~90%的颅脑火器伤是由爆炸性武器所致,爆炸性武器致伤的主要物理因素为冲击波和破片[1,2],为了能在实验室对颅脑爆炸伤进行深入研究,采用雷管爆炸产生冲击波,以53式滑膛枪发射钢珠模拟破片,用同步装置控制雷管起爆和破片着靶的时间,从而利用破片和冲击波的复合致伤作用,制造了犬颅脑爆炸伤模型。

1 材料和方法

1.1 主要仪器设备

53式滑膛枪,1.03 g钢珠弹(弹速:620、730、850 m/s),1.3 g雷管,测速装置,测压装置,同步控制及启爆装置。

1.2 动物致伤和观察指标

重庆地区杂种犬12只,雌雄不拘,体重12.5~15 kg,随机分为850 m/s、730 m/s和620 m/s 3个不同弹速组,每组4只。3%戊巴比妥钠静脉注射(1 ml/kg)麻醉动物,行右侧股动脉插管,致伤前后测定动脉血压、心率及呼吸。动物平卧固定于致伤台。瞄准点定于左额部,钢珠运行方向为左额部至右额部,枪口距瞄准点6 m。雷管分别距3组动物瞄准点10、15、20 cm,对应的弹速分别为850、730、620 m/s。雷管垂直于地面固定,与雷管距瞄准点距离相同处放置压力传感器,并连接于放大器和示波器进行压力测量。瞄准点、雷管质心及压力传感器处于同一高度。致伤台前后分别置测速靶,以测量投射物致伤时速度。致伤后观察伤区和脑的大体病理变化,并分别于伤区和距伤区0.6、2、5 cm处以及垂体、海马、小脑、延髓等部位取材行光、电镜观察。

2 结果

2.1 物理参数测定结果

冲击波压力峰值随距离的增大而逐渐减小,压力上升时间无明显差别,正压持续时间随距离的增大逐渐延长,见表1。

表1 雷管爆炸时冲击波压力参数测定值($\bar{x}\pm s$)

Tab 1 Values of blast wave pressure measured at explosion of detonator($\bar{x}\pm s$)

Parameters	Distance(cm)			
	5	10	15	20
Peak pressure(kPa)	1 316.3±14.2	610.4±86.4	182.6±30.8	66.8±12.5
Rising time of pressure(μs)	30.0±4.2	31.0±3.3	33.0±5.1	36.0±3.8
Continuing time of positive pressure(μs)	126.0±28.0	120.4±11.7	206.0±7.8	268.9±16.9

撞击能量和吸收能量由高到低的排列与弹速由高到低的排列一致,即弹速高,其撞击能量和吸收能量均高,反之亦然,见表2。

基金项目:全军"九五"指令性课题(96L039)
作者简介:刘鲁岳(1962-),男,山东省泰安市人,硕士,主治医师,主要从事创伤的发生机制及防治研究,现在济南军区总医院普通外科工作,济南 250031。电话:(0531)2187681-66221
收稿日期:2001-07-20;修回日期:2002-01-10

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

表 2 3 种钢珠的速度和能量($\bar{x}\pm s$)

Tab 2 Velocities and energy of 3 kinds of steel balls($\bar{x}\pm s$)

Group	Impact velocity(m/s)	Impact energy(J)	Absorbed energy(J)
850 m/s	850±19.5	372.1±17.8	302.6±16.1
730 m/s	726±18	271.4±14.6	224.3±13.6
620 m/s	618±19	196.7±11.9	160.5±11.7

2.2 致伤前后的生命体征变化

各组动物致伤后即刻均呼吸停止，大部分动物(9 只)50 s 至 5 min 内恢复自主呼吸，少部分动物(3 只)经人工呼吸 10~30 min 后恢复。恢复后的自主呼吸，节律变慢，部分动物呈叹息样或间歇式呼吸[伤前(20±4.2)次/min，伤后(12±3.1)次/min]，伤后心率减慢[伤前(130±14.3)次/min，伤后(100±15.8)次/min]，血压下降[伤前(146±20.7)mmHg，伤后(90±16.5)mmHg]。

2.3 存活时间

伤后 3 组动物存活时间为：850 m/s 组存活 6.5 h，730 m/s 组存活 7 h，620 m/s 组存活 8.5 h。高弹速、高冲击波压力致伤组的动物存活时间少于另外 2 组。

2.4 大体病理观察

动物颅骨为贯通伤或切线伤，伤道长 4~5 cm，左额部入口 1.2 cm×1.2 cm，右额部或额后部出口为 0.6 cm×0.6 cm。出入口周围可见大小不等的皮下血肿，最大者 5.5 cm×4 cm×2 cm。部分入口可见溅出的脑组织。额骨有放射状骨折线延伸，最长者 8.5 cm。脑组织均为脑切线伤，硬脑膜缺损以及两侧半球的硬膜下血肿，见图 1。脑损伤区可见皮毛、碎骨片、凝血块及坏死的脑组织，伤区周围脑实质片状出血，枕叶底面和右颞叶也有点片状实质出血，同时可见脑回增宽、脑沟变浅。蛛网膜下出血的范围可累及大脑凸面、颅底、枕叶、脑干、小脑等部位。两侧脑室内均有凝血块。此外，6 只动物两肺有 2 cm×1.5 cm 的斑片状出血，5 只动物左心室及二尖瓣有点片状出血。高弹速、高冲击波压力组的脑损伤比其他两组重，而且范围大。

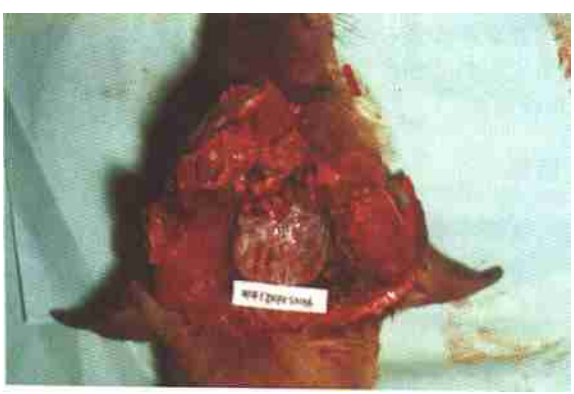


图 1 730 m/s 组伤后 7 h 硬膜下血肿，以右侧大脑半球更为显著。双侧额叶硬膜破裂，脑组织毁损

Fig 1 Pathological changes of brain in dogs 7 h after shot by a ball at 730 m/s Subdural hemotoma, especially in the right cerebral hemisphere, dura mater ruptured at bilateral frontal lobes and tissue

2.5 光镜和电镜观察

光镜下可见伤区神经元变性、坏死，大片出血和炎细胞浸润。距伤道 0.5 cm 处小血管及毛细血管充血、破裂和脑组织片状出血，见图 2。组织疏松淡染，出现空泡状改变。血管周围间隙增大，细胞周围间隙增宽。部分神经元肿胀，胞质中尼氏体减少或消失，胞核偏位、固缩，核仁模糊不清；部分神经元固缩，可见胶质细胞增生。距伤道 2 cm 处除未见胶质细胞增生外，其他与 0.5 cm 处基本相同。5 cm 处的神经元变性有所减轻，但仍可见充血及组织水肿的表现。垂体间质出血，海马、小脑及延髓等部位有时也可见到组织疏松浅染、血管周围间隙增大以及神经元变性等表现。

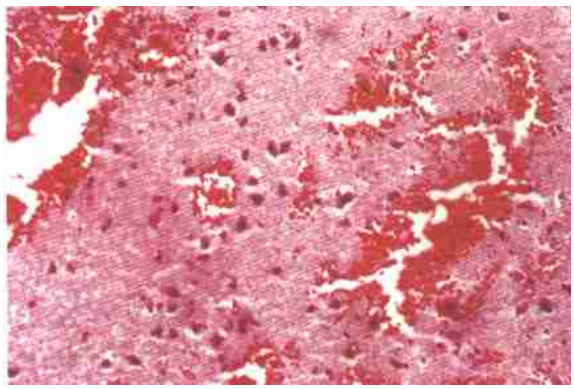


图 2 850 m/s 组伤后 6 h，距伤道 0.5 cm 脑组织片状出血，小血管破裂以及固缩的神经元 (HE×200)

Fig 2 Pathological changes in the dog 0.5 cm away from wound tract 6 h after shot by a ball at 850 m/s Patch bleeding, rupture of small vessels and condensed neurons in the brain tissue were found (HE×200)

电镜下神经元胞质内线粒体肿胀、嵴断裂和空泡化，胞核异染色质边集。树突基质电子密度降低，线粒体和微管减少或消失，致使树突呈空泡样改变。有髓神经纤维的髓鞘分层、断裂或内陷，轴浆浓缩而与髓鞘间出现类似于空泡样间隙。毛细血管周围组织空隙增大，内皮间隙增宽，胞质内吞饮小泡增多，管腔内可见高电子密度的红细胞及低电子密度的蛋白沉积物。上述电镜改变在海马、小脑及延髓等部位也可见到。除此而外，靠近伤道处还可见到破碎的细胞结构和游离的破碎细胞器，以及由其演变而成的不定型结构。吞噬细胞的溶酶体增多，并可见被吞噬的细胞器和组织碎渣样结构。

高弹速、高冲击波压力组相同部位脑组织光、电镜下的病理改变程度较另外两组重，而且范围大。

3 讨论

由于爆炸性武器致伤的物理因素多、随机性大，致伤条件难以控制，特别是作为机体最重要的颅脑，致伤时稍有不慎即可导致动物瞬间死亡，因而颅脑爆炸伤动物模型的制作难度非常大。在既往研究中，人们虽曾建立过受控头颅撞击伤模型[1,2]和液压撞击脑损伤模型[1,3]，但因致伤因素的不同而使其致伤时程、能量传递、伤情伤类以及伤后的病理生理反应都难以与颅脑火器伤相提并论。关于颅脑火器伤模型，人们也曾用制式枪弹、钢珠弹等射击犬和罗猴等动物的头部，以模拟颅脑单纯投射物伤，并进行了脑血流量、颅内压和病理形态及病理生理学等指标的观察[4~8]。显然，用枪发射的单一投射物不能用来模拟爆炸性武器的复合致伤因素，因而该类模型也不属于颅脑爆炸伤的范畴。

本实验用钢珠模拟破片，用雷管产生冲击波，并用同步控制装置控制两者的作用时间，首先解决了爆炸

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

性武器破片和冲击波复合致伤的根本问题。在本实验中,破片的速度通过装药量来调整,冲击波的大小则通过距离来调控。从实际测量情况来看,雷管所产生的冲击波超压值因距离不同而在 66.8 ~ 1 316 kPa 的范围变动。根据以往 100 ~ 450 kPa 的冲击波超压可造成动物自轻度到重度损伤的关系判断,本实验所用的雷管完全满足了制作不同伤情动物模型的需要。破片速度可任意调整,作者通过反复调整装药量,选用了 850、730、620 m/s 3 种不同的速度进行致伤,在不同破片速度和冲击波压力的基础上,通过同步控制使两种致伤因素基本同时作用于机体,这与爆炸性武器主要以破片和冲击波共同致伤的实际情况相吻合。

致伤物理因素确定后,作者通过对动物存活时间、伤情伤类和病理变化等指标的观察,探讨了能量与损伤的关系。从动物的存活时间可以看出,致伤能量越高,存活时间愈短,与此同时,局部损伤也变得越发严重,病变范围也更加广泛。特别是 850 m/s 组动物的存活时间最短,局部组织损伤也最严重,其硬膜下血肿和脑实质出血累及范围大,并且肺脏也能见到斑片状出血。这些结果足以说明能量与损伤的关系。实验中发现所有动物伤后即刻呼吸停止,经一段时间后自主呼吸逐渐恢复,自主呼吸恢复后,频率较伤前降低,心率减慢,血压下降。伤后出现上述变化,是由于破片与冲击波对脑干呼吸和循环中枢的直接损害所致,形态学观察也发现延髓出血、神经元水肿、变性及坏死等改变。可供实验室应用的颅脑爆炸伤模型,既要制造出颅脑爆炸伤的典型病理改变,又不能因伤情过重使动物即刻死亡。根据这一目的进行对比分析,我们发现 730 m/s 弹速与 182 kPa 的冲击波组合致伤,既能模拟颅脑爆炸伤的典型特征,动物存活时间也在 6 h 以上,因而可以保证实验室深入、细致的需要。

本实验所建立的颅脑爆炸伤模型,不仅从动物死亡率、局部伤情伤类和病理改变几个方面较好的体现了颅脑爆炸伤的损伤特点,而且致伤能量与损伤程度间也有良好的相关性,致伤参数可控性好,致伤结果也稳定,可在今后的颅脑爆炸伤研究中加以应用。

参考文献:

[1] 刘荫秋, 李曙光, 赖西南, 等. 现代武器发展对战伤救治的新启示[J]. 人民军医, 1994, 28(4): 8－10.
[2] Gennarelli T A. Animal models of human head injury[J]. J Neurotrauma, 1993, 11(4): 357－368.
[3] Srtton R L, Lescaudron L, Stein D G. Unilateral cortical contusion injury in the rat[J]. J Neurotrauma, 1993, 10(2): 135－149.
[4] Webster J E, Gurdjian E S. Acute physiological effects of gunshot and other penetrating wounds of the brain[J]. J Neurophysiol, 1943, 6(3): 255－266.
[5] Gerber A M, Moody R A. Craniocerebral missile injury in the monkey: An experimental physiological model[J]. J Neurosurg, 1972, 36(1): 43－49.
[6] Djordevic M, Lofgren J, Steiner H, *et al*. Intracranial pressure effects of missiles. Intracranial Pressure III[J]. New York: Springer-Verlag 1976. 79－88.
[7] Allen I V, Scott R, Tanner J A. Experimental high-velocity missile head injury[J]. Injury, 1982, 14(2): 183－193.
[8] 雷　鹏, 朱　诚, 张光霁, 等. 7.62 mm 弹颅脑火器伤实验研究Ⅰ、脑贯通伤、脑切线伤和颅骨切线伤的比较[J]. 第二军医大学学报, 1989, 10(3): 201－208.

（编辑　陈聪连）

文章编号: 1000-5404(2002)07-0755-01

个案与短篇

穿透性角膜移植手术排斥反应的观察与护理

Observation and nursing of rejection of penetrating keratoplasty

王沪渝　（第三军医大学附属西南医院眼科, 重庆 400038）

角膜移植是角膜盲患者复明的最有效手段。角膜由于缺乏血管和淋巴管,因此具有相对的免疫赦免性,角膜移植手术的成功率也较其他器官移植高。20 世纪 50 年代初, Maumemee 等通过实验证实供体角膜移植后会发生排斥反应[1]。目前,角膜移植术后排斥反应仍是导致移植失败的主要原因。而护理人员在手术前后做好观察与护理,对于防止排斥反应的发生或减轻其影响也是相当重要的。现将我科于 1999 年 8 月－2000 年 12 月施行的 107 例穿透性角膜移植手术病人的护理情况总结如下。

1　资料和方法

1.1　一般资料

接受角膜移植手术病人共 107 例, 107 只眼,其中女性 35 例,男性 72 例。年龄 1 ~ 78 岁,平均年龄 37 岁。疾病分布角膜白斑 76 例、圆锥角膜 15 例、角膜变性 5 例、角膜溃疡穿孔 11 例。

1.2　角膜材料

为既往身体健康的创伤死亡者捐献,供体年龄 5 ~ 55 岁,平均 27 岁。

1.3　手术方式

107 例行常规穿透性角膜移植术,环钻直径 7.0 ~ 9.5 mm,其中 95% 的患者所用环钻直径为 7.0 ~ 8.0 mm。

1.4　护理措施

术前准备:做好心理护理,对其进行细致的解释,介绍以往成功病例,提高患者的信心,减轻其心理压力。另外配合医师作好术前准备和用药,防止病人受凉和感染,清洗好结膜囊和泪道。

作者简介: 王沪渝(1974－), 女, 重庆市人, 护师, 主要从事眼科手术护理方面的研究。电话: (023)68754000－73097

收稿日期: 2001-05-16; 修回日期: 2001-09-10

（下转 759 页）

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