DOI:10.16016/j.1000-5404.1992.02.009



# 高速投射物射击猪腹部对心脏的损伤

刘宝松 刘荫秋 周宝桐 郭瑞峰 李曙光（第三军医大学 野战外科研究所） 630042

**提 要** 本研究采用猪腹部高速钢珠致伤模型，观察心脏的形态功能变化。结果表明，伤后即刻活杀组动物（$n=5$）全部出现左心室内膜片状出血，光电镜检查可见心内膜下和心肌纤维间灶性出血，心肌细胞水肿，线粒体肿胀变性。伤后观察组（$n=7$）在伤后常规补液，左心功能显著减弱，血清磷酸肌酸激酶同功酶MB(CK-MB）含量显著升高。伤后72h活杀病检结果与伤后即刻活杀组相似。对照组（$n=3$）采用大量放血活杀致死，心脏病检无明显的形态学变化。

**关键词**：创伤，枪弹；心脏损伤；磷酸化酶激酶类；磷酸肌酸；猪

高速投射物的远达效应是近年来创伤弹道学研究的重要课题之一。由于其具有发生率高、伤情隐蔽容易漏诊的特点，受到了各国学者的重视[1]。迄今，远达效应的发生机理及其对伤情发展转归的影响尚不清楚。为此，本研究建立了猪腹部高速钢珠致伤模型，探讨心脏损伤的发生条件、形态、功能变化及其对伤情转归的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 动物与致伤

四川健康长白猪15只，雄雌不限，体重54.9±7.1kg，随机分为3组，均采用3%戊巴比妥钠（30mg/kg.BW）静脉麻醉，行无菌手术经右颈内静脉、颈内动脉放置心脏飘浮导管和动脉导管。待情况稳定后，伤后即刻活杀组和伤后观察组（$n=7$）以五三式靶道滑膛枪、1.03g钢珠致下腹部贯通伤，射距6m。撞击速度1402.0±79.2m/s，撞击能量105.1±12.0kg.m，组织吸收能量90.8±7.8kg.m，对照组（$n=3$）不致伤。

### 1.2 观察指标

1.2.1 伤后即刻活杀组：伤后迅速静注过量3%戊巴比妥钠活杀病检。

1.2.2 对照组：静脉迅速大量放血后活杀病检。

1.2.3 伤后观察组：伤前常规补液并监测：

1.2.3.1 分别采用心排机（美国Beckman公司）测定心输出量（CO），微型ENDEVCO-8537型压力传感器及配套装置测定平均动脉压（MAP）、平均肺动脉压（MPAP）、中心静脉压(CVP)、肺毛细血管楔压（PCWP），并计算每搏输出量(SV)、左心室每搏功(LVSW)、右心室每搏功(RVSW)、肺血管阻力（PVR）和周围血管阻力（SVR）。

1.2.3.2 酶学检查：采用改良Trainer法测定伤前和伤后6、12、24、48、72h血清CK-MB含量，以其占同功酶（CK-MM、CK-MB、CK-BB）总量的百分比表示[2]。

1.2.3.3病检：伤后72h活杀病检。

1.2.4 数据处理：采用M-Basic PDA-2程序处理。

## 2 结 果

### 2.1 血流动力学变化

观察组动物在伤后1/4h CO、SV、LVSW、MAP即开始下降，伤后8h降至最低，与伤前有显著差异；伤后24h开始缓慢回升，72h接近伤前水平。相反，伤后1/4hPCWP即升高，8h达峰值，与伤前相差非常显著，以后虽有所下降，但仍高于伤前水平。HR在伤后1/4h显著升高，以后则逐渐下降，24h趋于伤前水平（见附表）。此外，MPAP、CVP、PVR、SVR伤后也有升高，但与伤前相比无显著差异。

### 2.2 酶学变化

观察组动物血清CK-MB在伤后6h即显著升高，12h达高峰，约为伤前的3.8倍，伤后24h降至伤前水平（见图1）。

### 2.3 病理变化

2.3.1 腹部 全部致伤动物均为腹部贯通伤，入口面积为1.5cm×1.5cm，出口面积为0.5cm×0.5cm，伤道呈直线。伤道部位肠管穿孔、断裂，距伤道10cm范围内仍可见肠管充血、水肿和浆膜下出血。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

附表 血流动力学变化 ($\bar{x}\pm s$)

| | 伤 前 | 伤后 (h) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1/4 | 1 | 4 | 8 | 16 | 24 | 48 | 72 |
| HR (beat/min) | 122.8 ± 10.5 | 144.5 ± 8.6 | 139.9 ± 7.9 | 132.6 ± 9.2 | 136.6 ± 11.1 | 129.9 ± 8.1 | 132.7 ± 7.1 | 127.5 ± 9.4 | 123.0 ± 7.6 |
| CO (L/min) | 5.6 ± 0.9 | 5.4 ± 0.8 | 4.6 ± 0.5 | 4.2 ± 0.4 | 4.1 ± 0.5 | 4.3 ± 0.4 | 4.9 ± 0.8 | 4.6 ± 0.3 | 5.3 ± 0.5 |
| SV (ml/beat) | 45.6 ± 6.8 | 37.4 ± 4.1 | 32.9 ± 3.6 | 31.7 ± 2.9 | 30.0 ± 3.3 | 33.1 ± 4.6 | 36.9 ± 3.3 | 36.1 ± 2.2 | 43.1 ± 4.7 |
| MAP (kPa) | 16.6 ± 1.9 | 16.3 ± 1.6 | 15.1 ± 1.0 | 13.9 ± 1.4 | 13.3 ± 1.1 | 14.5 ± 1.5 | 13.6 ± 1.2 | 15.6 ± 1.3 | 16.2 ± 1.8 |
| PCWP (kPa) | 0.8 ± 0.1 | 1.0 ± 0.2 | 1.2 ± 0.2 | 1.2 ± 0.3 | 1.3 ± 0.3 | 1.1 ± 0.2 | 1.1 ± 0.2 | 1.0 ± 0.1 | 1.0 ± 0.3 |
| LVSW (g.m.ml/beat) | 75.9 ± 7.9 | 57.7 ± 8.2 | 51.0 ± 7.3 | 51.8 ± 4.6 | 47.7 ± 5.3 | 53.2 ± 3.8 | 50.4 ± 4.0 | 67.0 ± 5.9 | 70.1 ± 5.0 |

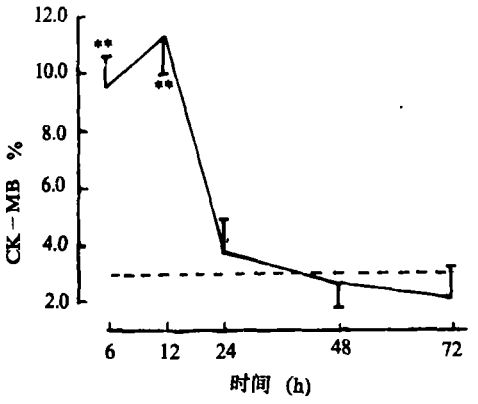



图 1 血清磷酸肌酸激酶MB的变化

--- 伤前 —— 伤后

**P<0.01

2.3.2 心脏 伤后即刻活杀组动物均发生左心室内膜出血，轻者为点片状(约0.5cm×0.5cm大小)，重者呈条索状（0.5cm×1.5cm），部位多集中在瓣膜及腱索附着区域。光镜下可见心内膜下和心肌纤维间灶性出血，心肌毛细血管扩张充血，红细胞淤积（图2）。电镜下可见心肌细胞水肿，线粒体肿胀、嵴断裂、部分空化和基质内髓样结构出现，肌原纤维间隙增宽，有血浆样液体渗出，肌丝排列紊乱（图3），心肌毛细血管内皮细胞也可见不同程度的肿胀，连接间隙增宽。伤后观察组的7只动物也有相似的心脏病理改变。对照组动物心脏大体观察无心内膜出血，镜下可见心肌毛细血管轻度扩张充血。

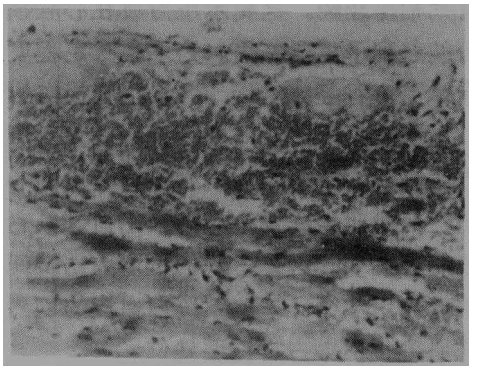


图 2 左心室内膜下出血 ×120



图 3 心肌细胞线粒体肿胀，肌原纤维间隙增宽 ×6 000

## 3 讨 论

从本研究病检结果可以看出，高速钢珠射击猪腹部时，不仅出现伤道部位广泛的肠管穿孔、碎裂等严重损伤；还可引起远离原发伤道的心脏损伤。这与文献报道的结果是

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一致的。既往的研究认为，高速投射物致远隔部位组织、脏器损伤的发生机制是创伤后体液因子的变化。但近年来的资料表明，高速投射物致伤瞬间压力波向远隔部位的传递和大血管内血流的剧烈扰动是发生远隔部位脏器损伤的重要条件。瑞典学者和本实验室均在远离原发伤道的部位记录到瞬间压力波[3]，Sunesson A等并进一步证实了压力波对培养新生大鼠脊髓背根神经节细胞、牛主动脉内皮细胞的损伤作用[4,5]。在本实验中，我们还发现，心脏病理改变明显的部位多集中在左心室瓣膜及腱索附着区域等易于发生血流扰动和应力作用较强的部位，其它部位则损伤较轻。这提示压力波在心脏损伤中可能起到了重要作用。为了在一定程度上排除休克和神经体液因素对心脏损伤的影响，本实验采用伤后即刻活杀和设立对照组的方法证明，致伤组均发生不同程度的心脏损伤，而对照组未发生心内膜出血和其它严重的病理改变。因此，我们推测致伤瞬间压力波的作用和循环管路系统内血流的剧烈扰动在心脏损伤中占有重要地位。

本研究结果表明，动物伤后早期即有CO、SV、MAP、LVSW降低，PCWP升高等左心功能减退表现。在以往的临床实践中，大都把创伤早期的心功能减退归咎于有效循环血量减少、休克及心肌抑制因子的作用。在本实验中，尽管伤后未发生低血容量性休克，有效循环血量也较充足（心率＜150次/min，平均动脉压＞13.3kPa，中心静脉压升高，尿量充足，末梢循环较好），仍然出现左心功能进行性下降，提示心肌收缩力减弱[6]。结合病理检查结果，可以推测心肌收缩力减弱与心肌受到病理损害密切相关。此外，反映心脏损伤的特异性同功酶CK-MB在血清中含量明显升高[7]，并与心功能减退呈正相关（$r=0.71$）。血清CK-MB含量升高明显的动物，即心脏损伤较严重的动物，心功能减退也较明显。由此我们可以推测，伤后心功能减弱可能与心脏病理损害密切相关。休克和其它体液因素在本研究中出现的心功能减退中可能不是主要因素。

从上述分析还可看出，腹部高速投射物伤后心脏损伤不仅发生早，而且持续时间也较长，若伴有严重感染、失血和其它脏器损伤的情况下，必然相互影响、相互加重。如若救治不当，则造成严重后果。因此，了解和掌握这种损伤的发生条件和特点，早期诊治，对病情的好转有重要意义。

## 参考文献


1. 刘荫秋。从创伤弹道学谈现代火器伤。解放军医学杂志 1986;6:431～433
2. 方丁。同工酶在医学中的应用。北京：人民卫生出版社，1982:151
3. Suneson A, Hansson HA, Seeman T, et al. Peripheral high energy missile hits cause pressure changes and damage to the nervous system: Experiment studies on pigs. J Trauma 1987;7:782～9
4. Suneson A, Hansson HA, Kjellstrom BT, et al. Studies on effects on cell cultures of pressure waves generated by high energy missile impact. J Trauma 1990;6:Suppl 124～31
5. Liu YQ, Chen Y, Chen L, et al. Mechanism and characteristics of the remote effects of projectiles. J. Trauma 1990;6:Suppl 16～20
6. 冯新为。病理生理学。第二版 北京：人民卫生出版社，1983:141
7. Youens JE, Calvin J, Price CP, et al. Clinical and analytical validation of an enzymometric assay for creatine kinase MB isoenzyme. Am Clin Biochem 1986;23:463～9


（收稿：1991.07.04；修回：1992.01.15）

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

# Heart injuries due to abdominal gun-shot wound in pigs

Li Baosong, Liu Yinqiu, Zhou Baotong, et al (Research Institute of Field Surgery, Third Military Medical College, Chongqing 630042)

**Abstract** The morphological and pathophysiological manifestations of the heart after abdominal gun-shot wound created by a model-53 smooth bore gun of 6.35 mm in caliber with 1.03 g steel ball were observed in 15 pigs, which were randomized into 3 groups. Five animals of the first group were killed immediately after wounding and all the animals showed small spotty flat hemorrhages on the endocardium of the left ventricle under gross inspection. Focal or small flat hemorrhages on the myocardium and under the endocardium were found under optical microscopy. Under electron microscopy, myofibrilla gaps were widened and filled with fluid, and mitochondrial swelling or vacuolar degeneration in the myocardium could be seen. 7 animals of the second group were infused and monitored until they were killed 72 hours after wounding. It was found that there were varying degrees of functional disorder of the left veniricle in every animal. The serum level of creatine kinase isozyme MB increased significantly. The 3 pigs of the third group were killed with large andrapid blood-shedding without gun-shot wound and showed no similar pathological changes.

**Key words** wounds, gunshot; heart injuries; phosphorylase kinase; phosphocreatine; swine

# 胃癌伴有冷凝集素升高引起配血困难一例

郭永芳 林武存 肖瑞卿 田 英（第三军医大学西南医院 输血科）630038

病理性冷凝集素升高，通常存在于病毒性肺炎或恶性肿瘤患者的血清中。最近，我们遇到1例，现报告如下。

## 1 病例简介

杜某，男，56岁。因上腹疼痛，解黑便于90年1月22日入本院。入院后体检：体温37.2℃，心率84次/min，呼吸20次/min，血压16/9 kPa。外周血象：WBC $5.2\times10^9$/L，RBC $3.02\times10^{12}$/L，Hb79g/L，Ht26.4%，淋巴0.32，单核0.02，中性0.66。胃镜活检病理检查为胃体窦癌，入院后共输血1700ml，此期间盐水、木瓜酶配血无凝集现象，输后亦无不良反应。拟定8月6日手术，术前（8月5日）配血时，出现定血型和交叉配血困难。

## 2 实验室检查

（1）患者未洗涤红细胞，以及用37℃生理盐水洗涤4次后红细胞在室温（20℃）进行正定型，并用这种自身洗涤后红细胞与自身血清在4℃吸收2h，以及未经吸收血清进行反定型。结果见表1。

（2）患者血清吸收前后主侧配血结果。见表2。

（3）患者红细胞用37℃生理盐水洗涤5次后直接抗人球蛋白试验：阴性。

（4）冷凝集素效价：256。胃癌术后10d复查冷凝集素效价已下降至2。

表1 患者血型鉴定结果

| 患者红细胞 | 正定型 | | | 患者血清 | 反定型 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 抗-A | 抗-B | 抗-A, B | | Ac | Bc | Oc | 自身c |
| 洗涤前 | 3+ | 2+ | 2+ | 吸收前 | 1+ | W+ | 1+ | 1+ |
| 洗涤后 | 0 | 3+ | 2+ | 吸收后 | 1+s | 0 | 0 | 0 |

（下转134页）

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net