DOI:10.16016/j.1000-5404.1988.04.010

猪后肢钢珠致伤后的早期反应

朱佩芳 周宝桐 刘国建 王正国 丁昌桢 邹用志 张清华 王永钢 尹友国 刘大为 李应玉
马孝华 张序芳 赖西南 刘荫秋（野战外科研究所）

提 要 用猪观察了高速投射物所致单侧后肢严重粉粹性骨折和软组织伤后的早期全身反应。结果可见，血液动力学、血气、胸片、血清T_3、T_4、果糖二磷酸醛缩酶、纤维结合蛋白、肺泡灌洗液蛋白含量及病理光、电镜检查均有不同程度的变化。死亡动物变化更为明显。本文还对伤后RDS与创伤指数－创伤严重度记分(ISS)的关系进行了讨论。并指出亚临床型RDS值得关注。

关键词：肢一损伤；创伤和损伤一血液；创伤和损伤一放射造影术；果糖二磷酸醛缩酶类一分析

钢珠致伤后创伤弹道变化国内外曾有一些报导[1,2,3]。但是，高速投射物所致全身反应的实验报告不多。本文旨在从投射物所致局部损伤，进一步观察由此造成的早期全身反应，特别注意观察对肺的损伤。

材料与方法

一、动物与分组 家猪13只，雌雄不拘，体重20.3±6.2kg，致伤组11只，假致伤组两只，目的是排除实验操作对动物的影响。

二、致伤方法 戊巴比妥钠深麻醉后，动物取仰卧位，左后肢悬挂于致伤架上。53式滑膛枪发射1.03g钢珠，射击股中部，不避开股骨。射击距离3.5m。

三、观察及处理

观察伤后72h内自然死亡率。死亡动物立即作病解，活存动物于伤后72h活杀，作病解。致伤局部压迫止血，伤肢不作固定。2～4h翻身一次。插股动、静脉及右心导管，作测压及采取血用。实验中给维持量生理盐水及青霉素（320万/日）静脉点滴。检查指标及时间见表1

表1 检查指标及时间

项目	伤前	即刻	伤后（h）											
			1	2	4	6	8	16	24	32	40	48	56	64	72
TPR	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
WBC、Plat	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
肺、股A压	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
血 气	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
血 清FN	——		——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
血 清T_3、T_4	——			—			—		—			—			—
血 浆5－HT	——		——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
血浆醛缩酶	——		—		—			—	—			—			—
血浆白蛋白、Cl	——		——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
胸部、股骨X片	——	——							—			—			—
肺 灌 洗															—

实验结果

一、伤情 致伤当时的物理参数见表2。致伤局部软组织严重损伤，入口呈典型星状哆开创面。有明显骨擦音。X线见股骨中段严重粉碎性骨折，平均有碎骨片17块，最多者达44块。出血量约200～

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

表2　物　理　参　数

碰击速度(m/s)	1400.7±122.9
碰击能量(kg·m)	103.8± 18.4
剩余速度(m/s)	811.6±145.5
剩余能量(kg·m)	35.6± 11.2
传递能量(kg·m)	65.9± 18.4
能量传递率(%)	64.3± 11.5

400ml。致伤组在48h内死亡4只，占致伤动物数的36.40%，其中两只有典型的RDS表现，占致伤的18.2%。假致伤组两只动物除血浆5－羟色胺(5－HT)稍有升高外，其余指标无明显变化。

二、临床观察

致伤组伤后8h内心率均加快。此后，活存动物心率逐渐恢复，死亡动物心率逐渐减缓。致伤活存动脉血压、呼吸变化不明显；死亡动物伤后2h即有呼吸加快，伤后24h达50次/min以上(图1)，血压一直在正常值以下。致伤组伤后肺动脉压(PAP)有短暂的轻变升高，以后波动在正常范围，个别动物死前有PAP升高。死亡动物血浆白蛋白(Alb)大多低于伤前，血氯变化不明显。

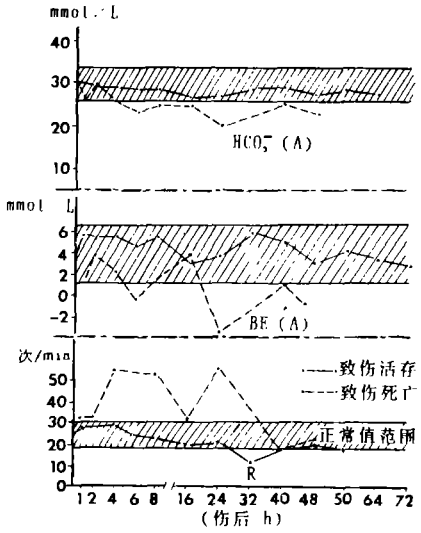


图1　猪1.03g钢珠弹伤后呼吸、BE、HCO_3^-变化

三、5-HT、白细胞和血小板数变化

致伤动物5－HT含量伤后一直高于伤前。致伤活存动物血小板数伤后2h有一过性升高，以后一直在正常范围内波动，死亡动物伤后呈持续下降(图1)，一直未见回升。伤后24h内，活存动物白细胞升高，以后渐趋正常，而死亡动物白细胞数除伤后8h高于正常外，一直低于正常值(图2)。

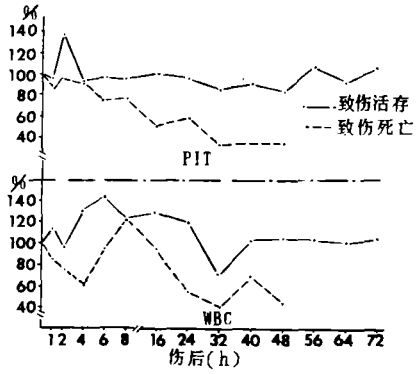


图2　猪1.03g钢珠弹伤后白细胞、血小板数变化

四、血清纤维结合蛋白(FN)滴度变化(表3)

表3　FN滴度变化

	标本数	标本数		%	
		<1:16	>1:32	<1:16	>1:32
伤前	12	…	12	…	100.0
伤后小时：					
1～8	55	36	19	65.5	34.5*
16～24	20	19	1	95.0	5.0*Δ
32～48	24	21	3	87.5	12.5*Δ
56～72	20	18	2	90.0	10.0*Δ

* 与伤前比P<0.01；

Δ 与伤后1～8 h比P<0.01

致伤前全部动物的FN滴度>1:32。伤后滴度成倍比下降。16～24h仅有5%血样的FN滴度>1:32；活杀前多数动物的FN滴度仍<1:16。

五、T_3、T_4及醛缩酶活性变化

血清T_3含量伤后立即下降，伤后2h为伤前值的56.7%(P<0.05)，72 h降至最低，为伤前的19.6%(P<0.001)，死亡动物下降更为明显，其中两例临终前难以测出(图5)。T_4在伤后8h降至最低，为伤前值的78%左右，以后逐渐回升，72h基本恢复正常(图3)。致伤后血浆醛缩酶活性呈进行性增加，24h达高峰，为伤前值的4倍左右，

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

以后缓缓下降，至72h仍高于正常水平。

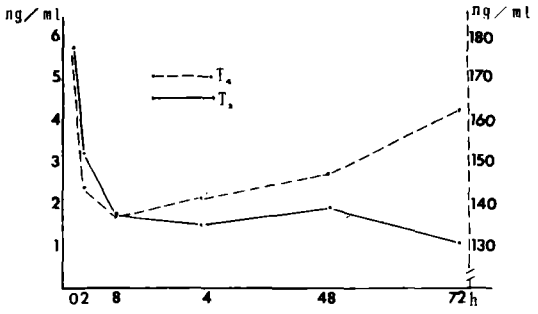


图3 猪后肢钢珠弹伤后T_3、T_4浓度变化

六、血气变化

活存动物动脉血气指标均在正常范围内波动，死亡动物各项值均波动于正常值以下(图1、4)。两例死亡动物有明显的进行性PaO_2、$PaCO_2$下降和严重的碱不足（BE呈负值）。危重的一例，死前pH降至6.998，BE为－16.5mmol/L，呈明显的代谢性酸中毒。

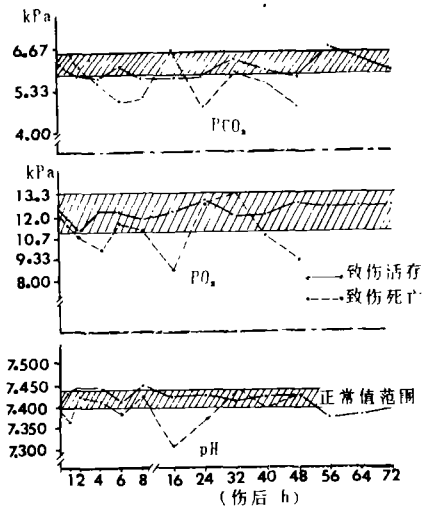


图4 猪1.03g钢珠弹伤后血气变化(股A血)

七、胸部X线所见

测量了致伤前后膈顶平面肺动脉口径。结果证实，致伤后即有小动脉口径变细、不规则而模糊，24h后基本恢复正常。因此认为，伤后短时间的肺动脉压升高，可能与肺小动脉收缩有关。78%左右动物伤后不同时间出现了肺部小片絮状阴影，通常在出现后第二天消失。阴影所见似支气管肺炎。

八、肺水及肺灌洗液白蛋白（表4）

表4 肺水及肺灌洗液白蛋白 (mg/dl)

组别	肺水量 (ml/g干肺)	含水率 (%)	灌洗液 总蛋白	灌洗液 白蛋白
致伤组：	4.56±1.14	81.5±3.1	111.1± 9.9	83.6±13.8*
活存	4.04±0.48	80.0±1.8	111.6±11.2	81.8±17.7*
死亡	5.77±1.14	84.7±3.5	111.6±11.4	84.6± 8.2*
假致伤组	4.20±0.15	80.7±0.5	123.0± 9.1	52.7± 4.7

* 与假致伤组比 $P<0.01$

用烘干法测肺水量。取右下肺叶作灌洗。结果见致伤死亡动物肺水含量较活存和假致伤动物为高，因动物数较少统计差别不明显。灌洗液白蛋白含量致伤动物明显高于假致伤组（$P<0.01$），死亡动物增加更为明显。

九、肺病检所见

致伤后24h可见肺微血管充血，RBC和WBC聚集，部份区域可见间质及肺泡出血，肺泡间隔增宽，少数肺泡腔内有水肿液，并有局灶性肺不张和肺气肿交错存在，WBC明显脱颗粒、内皮细胞基底膜溶断，Ⅰ型上皮细胞胞浆肿胀变性，部份Ⅰ型细胞板层体排空，微绒毛减少。以上变化与ARDS的所见相近，但程度较轻。48h后，上述变化逐渐减轻或基本消失。

讨论

一、伤后早期反应

本实验用球形钢珠致高速投射物伤后，

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

不但有严重的粉碎骨折，而且有广泛的软组织伤。近40%的动物于创伤后48h内死亡。伤情重的死亡动物出血量较多或有多处伤，表现有血压下降、呼吸及心跳加速，死前心跳减缓。血气检查有进行性PO_2下降和明显的代谢性酸中毒。末稍血白细胞和血小板数进行性下降可能与肺内聚集有关。由于肌肉组织大量坏死和挫伤，致使肌细胞内的醛缩酶大量溢出，血浆内含量增加。因醛缩酶主要存在于骨骼肌、心肌等细胞的胞浆内，因此认为醛缩酶的升高幅度与组织的损伤和缺血程度有密切关系[4]。本实验致伤动物醛缩酶成数倍增加，有力的说明肌肉组织的损伤是严重的。创伤后甲状腺素的分泌和合成可出现明显变化，T_3和T_4含量有明显减少。有人认为[5]T_4的持续减少是预后不良的征兆。我们用放免法测定致伤动物血内T_3、T_4含量，结果见伤后T_3、T_4明显减少。有的危重动物在临终前难以测得T_3，并见T_4持续处于低值，而不见回升的情况。实验认为，T_3和T_4含量测定在一定程度上对预后估计有参考意义。FN是血浆和组织中的一种糖蛋白，参与网状内皮系统（RES）的吞噬过程。创伤后RES功能常常受抑制，FN的变化在一定程度可反映机体的防御能力[6]。本组致伤动物伤后2h FN滴度即成倍比下降，至72h未见明显恢复。由此可见，创伤后机体的防御机能是低下的，恢复也慢。致伤一侧后肢造成的反应是严重的，少数动物（2/11）还出现了典型的RDS。

二、伤情与RDS

为研究创伤后RDS的病理生理特点和防治措施，采用瑞典介绍的模型[7]，但所得结果不完全一致。他们在猪致伤后72h内RDS的发生率为80%；而我们仅为20%。究其原因可能有以下几方面：1.猪品系的差异；2.RDS标准不同。不管哪一种原因，我们复习文献后认为，在单肢创伤后造成如此高的RDS发生率的可能性较小。据ISS创伤严重程度计分法，单侧肢体股骨开放性粉碎骨折和广泛软组织伤的总得分为18分，属重度伤情。创伤病人得分愈高，活存时间愈短，死亡率愈高。一般认为总分为20以下的死亡病人，一周内死亡率为50%。本实验条件下72h内死亡率为36.4%，与上述结果相近。有人对132例创伤病人的ISS计分与ARDS发生率间的关系进行了回顾性研究[8]。分析指出，发生ARDS的病人，ISS总分平均为48.6分；未发生ARDS的创伤病人，ISS总分平均为35.7分。分析本实验条件下出现的两例RDS动物，计分也接近50（伴膀胱损伤、出血量较多），均死于伤后48h内，这一结果似乎与上述结果相吻合，而瑞典学者所致猪RDS模型的发生率，明显高于人们分析的ISS计分为20 h的发生率。本实验为什么会有如此大的差别尚待进一步研究。

三、亚临床型RDS值得关注

本实验曾作了连续的X线胸片检查，多数动物伤后有片状絮影出现，但消散较快。病理检查伤后24h有些动物有典型RDS所见，但至48和72h也有减轻或吸收。虽有上述病变但临床血气等检查变化并不明显，氧分压虽有下降，但不显著。这种临床症状及体征不典型，但病理检查已有RDS基础的情况，值得引起人们注意。其发展可能有两种趋势，治疗得当可恢复治愈；治疗不当感染加重或液体治疗不当发展为典型的ARDS。

参考文献

1. Tikka S, et al. The Behaviour of Three Standard Small Calibre Projectiles in Sheep Blocks. Acta Chir Scand 1982 (Suppl 508):89
2. 刘荫秋，等。不同形状、速度的小破片对狗软组织致伤特点。创伤杂志1986；2(1):15
3. Janson BO. High Energy Missile Trauma. Göteborg Sweden 1983:81

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

4. 李文杰。分子酶学。人民卫生出版社1983：428
5. Phillips RH, et al. J Trauma 1984; 24 (2):115
6. 黄文华，等。血清纤维结合蛋白的简易测定方法及初步试用以观察临床病例。“烧伤整形”专辑 第三军医大学 1984:34
7. Janson R, et al. Post-Traumatic Respiratory Failure affer High Velocity Missile Injury of Limb in Anaesthetized Pigs. Acta Chir Scand 1982(Suppl 508):345
8. Johnson KD, et al. Incidence of Adult Respiratory Distress Syndrome in Patients with Multiple Musculoskeletal Injuries: Effect of Early Operative Stabilization of Fractures. J Trauma 1985; 25 (5):375

(收稿日期：1988年2月8日，修回日期：1988年6月1日)

Early Changes of Pigs with Hind Leg Wound Inflicted by the Steel Spheres

Zhu Peifang, et al

(the Research Institute of Surgery, Third Military Medical College)

After one hind leg of the pig was wounded by the high-speed steel spheres the status of the animals was continuously monitored by determination of hemodynamics, blood gas, chest X-ray, serum T_3, T_4, fibronectin, protein content of lung lavage, lung weight, light and electromicroscopic examination etc. When the animals died or were killed 72 hours after injury, the pathologic examinations were carried out as soon as possible. It showed that there were various changes in above mentioned parameters, especially in those of the dead animals. The relationship between the incidence of RDS and trauma index-injury severity score (ISS) was discussed. In addition, the subclinical type of RDS was emphasised.

Key words: Extremities/injuries; Wounds and injuries/blood; Wounds and injuries/radiography; Fructosediphosphate aldolase/analysis

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