DOI:10.16016/j.1000-5404.1991.03.013

狗双后肢高速火器伤后肺组织学和超微结构观察

郭瑞峰 刘荫秋 吴国萍 王大田 （第三军医大学 野战外科研究所） 630042

提 要 本研究观察了狗双后肢高速枪弹伤后不同时间内肺组织学和超微结构的改变。结果表明，在伤后0.5h、6h、24h和72h肺脏均出现了不同程度的组织学和超微结构的改变。伤后0.5h和6h，组织学检查可见肺微血管扩张充血，毛细血管破裂，间质和肺泡内出血，局灶性肺不张和肺气肿。伤后24h和72h，除上述改变外，尚可见肺微血管栓塞和透明膜形成。超微结构检查，各组均可见不同程度的肺毛细血管内皮细胞肿胀。Ⅰ型肺泡上皮细胞肿胀，剥脱或变性坏死。Ⅱ型肺泡上皮细胞肿胀，微绒毛变短，数目减少，板层体排空。毛细血管腔内可见白细胞聚集和血小板扣压，白细胞呈明显脱颗粒。此外，本文还对肺损伤的可能机理进行了讨论。

关键词 创伤；枪弹/超微结构；肺/损伤；肺/超微结构；狗

高速投射物伤不仅不同于一般创伤，而且也区别于以往的低速火器伤。它的突出特点是损伤的广泛性和不均匀性，以及发生远隔部位的损伤[1]。有关高速投射物所致远隔部位损伤的情况，国内外研究尚少。为此本研究观察了狗双后肢高速枪弹伤后不同时间内肺组织学和超微结构的改变，其目的在于了解肢体高速火器伤后肺组织的损伤及其程度，为火器伤乃至创伤后肺功能不全的发生、发展和诊治提供形态学参考。

1 材料和方法

1.1 实验动物和致伤条件

健康成年杂种狗22只，雌雄不限，体重12kg～15kg。致伤武器为美制M-16步枪，M193直径5.56mm弹丸。射距20m。激光测速仪测速。室内靶道致伤。动物分组及有关参数见附表。

附表 实验分组及有关参数

Tab Experimental groups and related parameters

Groups	No. of animals	Impact velocity (m/s)	Impact energy (kg·m)	energy delivered (kg·m)	Rate of energy delivered (%)
0.5 h	6	928.4±6.7	149.6±9.6	50.6±24.4	35.9±15.2
6 h	6	931.6±8.4	151.4±8.8	53.8±25.3	35.5±14.4
24 h	5	929.8±9.6	150.6±9.4	51.9±26.4	34.5±16.1
72 h	5	932.4±9.4	151.6±8.6	54.1±24.6	36.2±14.6

动物用3%戊巴比妥钠静脉麻醉后，双后肢并拢缚绑在一起悬吊于致伤架上。于股部中段肌肉丰满处致伤。不造成股骨骨折。伤后立即检查伤口局部，测量出入口面积。出血较多者给予压迫或结扎止血。局部不清创。伤后0.5h和6h组活杀动物不予输液和其它处理。24h和72h组活杀动物按kg/体重每天给予生理量的葡萄糖水和生理盐水。静脉点滴庆大霉素16万u/d，并用庆大霉素配制的生理盐水冲洗伤口，以排除休克、感染和骨折引起的脂肪栓塞对肺损伤的影响。伤后不同时间分别测量血压、心律和呼吸。

1.2 取材和标本处理

各组动物经麻醉活杀后，均立即进行常规尸解，观察胸腹腔各主要脏器的大体改变，肺脏称重并取材，作光镜和电镜检查。光镜标本经10%福尔马林固定，石蜡切片，光镜观察。电镜标本经3%戊二醛固定后，常规制片，透射电镜观察。

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

2 实 验 结 果

2.1 伤道局部大体观察

伤道局部大体检查，各组动物伤道入口均较小，呈圆形，边缘整齐，直径与弹径大体一致。出口大而不规则，直径多在10cm以上，呈皮肤星状撕裂，肌肉断裂缺损的喇叭状伤道。切开伤道，靠近出口侧可见一较大空腔，其内存有较多的肌肉碎屑和血凝块。伤道周围可见一层约2cm的肌肉坏死区。常见肌膜出血和筋膜下血肿，有时甚至累及到距原发伤道十几厘米或更远的部位。

2.2 肺脏大体观察

各组动物肺的大体改变轻微。在22例动物中有6例见有孤立性灶性及小片状出血区。出血多发生在双肺下叶和右补充叶，中上叶较少见。4例动物可见有局灶性肺不张。部分动物肺切面可见少许淡红色水肿液流出。各组动物的肺体指数均在正常范围内，组间也无明显差别。

2.3 肺组织学和超微结构变化

组织学和超微结构检查表明，各组动物均出现了不同程度的肺损伤。虽然损伤的程度因时间不同而有所差异，但基本病理学改变是一致的。主要表现为肺微血管扩张充血，毛细血管破裂，间质和肺泡内出血（图1）。肺泡间隔增厚。局灶性肺不张和肺气肿交错并存。部分动物可见肺泡腔内充有淡红色水肿液。这些改变在0.5h组表现较轻，6h组有所加重。至伤后24h和72h，除上述改变外，主要病理学改变是肺微血管栓塞和透明膜形成。镜下除可见肺小血管内细胞性栓塞外，部分血管内还可见到纤维蛋白性透明血栓，有时在较大血管内也可见到血栓形成和机化再通的征象。水肿液渗出减少，密度增高，并形成无结构性蛋白沉淀物。在肺出血和水肿较严重的区域，可以看到清晰的透明膜形成（图2）。

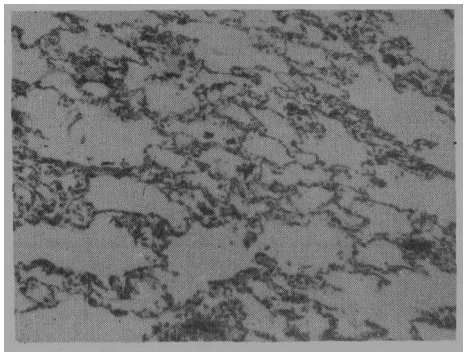


图1 伤后0.5h肺微血管扩张充血，间质和肺泡内出血。HE染色 ×120

Fig.1 The pulmonary microvascular dilatation, congestion, interstitial and alveolar hemorrhage were seen at 0.5 hours after wounding. HE×120

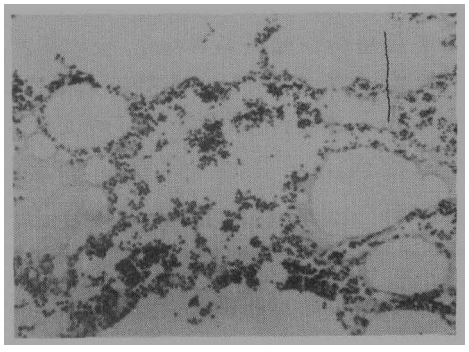


图2 伤后72h肺出血、水肿和透明膜形成。HE染色×240

Fig.2 The pulmonary hemorrhage, edema and hyaline membranes were seen at 72 hours after injury. HE ×240

超微结构检查，伤后0.5h活杀组动物可见毛细血管内皮细胞肿胀，饮液小泡增多。Ⅰ型肺泡上皮细胞肿胀、剥脱、胞浆结构模糊不清。Ⅱ型肺泡上皮细胞功能活跃，分泌增多，板层小体多位于肺泡腔侧周边部。肺泡腔内可见较多的膜性结构和红细胞。在6h和24h组中，毛细血管内皮呈明显肿胀，电子密度降低，饮液小泡减少或消失。Ⅰ型肺泡上皮仍见肿胀、剥脱或变性坏死。Ⅱ型肺泡上皮细胞肿胀，微绒毛变短，数目减少，板层小体排空，胞浆内仅见少数清晰的空泡（图3）。肺毛细血管内可见白细胞聚集和血小板扣压，白细胞呈明显脱颗粒（图4）。在白细胞和血小板附着处可见毛细血管内皮细胞基底膜模糊不清或发生断溶。72h活杀组动物超微结构改变与24h组大致相同。

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

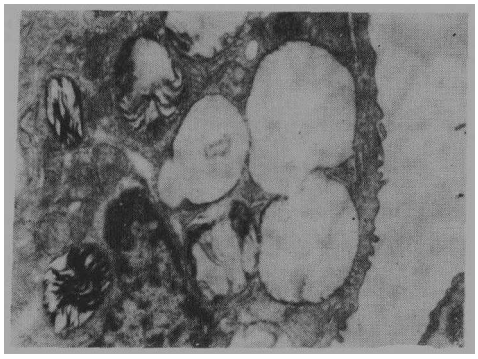


图 3 伤后6h肺泡Ⅱ型与上皮细胞肿胀，微绒毛变短，数目减少，板层小体排空。×8000

Fig.3 The type II pneamocytes were swellen. The microvilli were shorten and decreased and laminar bodies evacuated significantly at 6 hours after injury. ×8000

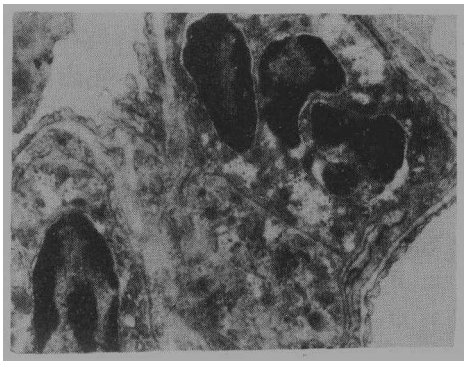


图 4 伤后24h肺毛细血管内白细胞和血小板聚集，白细胞呈明显脱颗粒。×8000

Fig.4 The aggregation of WBC and platelet were seen and granules of the WBC decreased significantly at 24 hours after injury. ×8000

3 讨 论

高速投射物致伤，在造成局部组织损伤的同时，往往引起伤道外或远隔部位组织或器官不同程度的损伤。其机理目前尚不十分清楚，但一般认为与高速投射物产生的压力波的作用有关[2]。当高速投射物撞击机体时，在伤道局部可以产生较强的压力波，这种压力波可以通过机体组织传递到伤道外和远离伤道的组织或器官，从而引起不同程度的损伤[3]。Tikka和Suneson等人在射击猪后肢时分别在腹腔、主动脉弓和脑实质内记录到这种压力波的变化[4][5]。本实验在狗双后肢高速枪弹伤后0.5h组活杀动物中，即可见有较明显的肺毛细血管破裂和间质及肺泡内出血等急性损伤性改变，这种损伤可能与压力波的作用有关。

本实验结果表明，在高速枪弹射击狗双后肢后不同时间内均发现有不同程度的肺损伤，组织学和超微结构所见与ARDS时肺的改变大体相似。除致伤瞬时压力波引起的直接损伤外，还可能与下列因素有关：

3.1 肺毛细血管内白细胞和血小板聚集扣压

电镜观察表明，在肺毛细血管内可见较多的白细胞聚集和血小板扣压。白细胞可以释放各种水解酶、补体、纤维蛋白酶原以及花生四烯酸等代谢产物。这些物质可以直接作用于肺毛细血管内皮，也可以通过激活和介导其他生物活性物质的代谢途径间接引起肺损伤。血小板除参与肺微血管血栓形成外，还可以释放五羟色胺等血管活性物质，这些物质引起了血管和气管的收缩，从而加重了肺损伤[6]。

3.2 肺上皮细胞损伤

电镜观察表明，肺Ⅰ型和Ⅱ型上皮细胞均有不同程度的损伤。由于肺泡Ⅱ型上皮损伤，致使表面活性物质合成障碍，分泌减少，导致了肺表面张力增高，肺泡萎陷，从而进一步加重了肺损伤。由于肺泡Ⅰ型上皮细胞肿胀、剥脱或变性坏死，致使气体变换受到阻碍，也是加重肺损伤的原因之一。

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

3.3 肺微血管栓塞和透明膜形成

肺组织学检查表明，在伤后24h和72h组，均见有不同程度的肺微血管栓塞。有时在较大血管中也可见到血栓形成。在出血和水肿明显的区域，可见到清晰的透明膜形成。肺组织的这些改变，都为进一步加重肺损伤提供了形态学基础。

参 考 文 献

1. 刘荫秋 马玉媛 王正国，等著。创伤弹道学概论。北京：新时代出版社 1985:101～104
2. Berlin RH (王正国 译)。致伤因子——能量——创伤。创伤杂志 1986; 2(1):58
3. Owen-Smith MS. High-veiocity missile wounds. Edwards Arnold Publishers London 1981
4. Tikka S, Cederberg A, Rokkanen P. Remote effects of pressure waves in missile trauma. The intra-abdominal pressure changes in anesthetized pigs wounded in one thigh. Acata Chir Scand 1982; Suppl 508:167～172
5. Suneson A, Hansson HA, Seeman T. Central and peripheral nervous damage following highenergy missile wounds in the thigh. J Trauma 1988; Suppl 28(1):197～201
6. Stevens JH, Raffin TA. Adult respiratory distress syndrome—I. aetiology and mechanisms. Postgraduate Med J 1984; 60(706):505～513

(收稿：1990.05.09；修回：1990.12.22)

Histopathological and Ultrastructural Observation of the Lungs after Gun-shot-wounds of the Thighs in Dogs

Guo Ruifeng, Liu Yinqiu, Wu Guoping, et al (Research Institute of Surgery, Third Military Medical College, Chongqing 630042)

Abstract Histopathological and ultrastructural changes of the lungs were observed in various intervals after high-velocity bullet wounds of the two thighs of dogs. It was found that histologically there were microvascular dilatation, congestion, capillary rupture, interstitial and alveolar bleeding, focal atelectasis and pulmonary emphysema in the first half hour and the 6th hour after injury. In addition, microvascular embolism and hyaline membrane formation were seen in the 24th and 72nd hour after injury. Under electron microscopy, there were swelling of capillary endothelium, swelling, degeneration and necrosis of type I pneumocytes, shortening and decreasing of the microvilli of type II pneumocytes, significant vacuolation of the lamonar bodies, accumulation of leucocytes and platelets in the capillary lumen, and obvious decrease of the granules in the leucocytes. The mechanism of the pulmonary injury accompanying bullet wound of the thighs was discussed.

Key words wounds; gunshot/UL; lung/IN; lung/UL; dogs

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