

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2014.18.014

18.4 mm 橡皮霰弹对动物致伤后生物学效应及 X 线表现*

周龙伟 李红梅 施绍用 董 胜 赵玉洁 荆 岩 黄宇宏

(解放军第 521 医院放射科 吉林 白城 137001)

摘要 目的:近年来,防暴武器的发展迅速,防暴武器伤的救治已成为医学上的一个重要研究课题。在此背景下,制定了 18.4 mm 橡皮霰弹的生物学试验模型,即在常温状态下,研究 18.4 mm 橡皮霰弹对两种试验动物在不同距离、不同防护、不同部位条件下的胸、腹部损伤情况。通过损伤效应研究,判断防暴武器的安全性能及损伤特点,为客观的从生物学角度评价防暴武器性能及防暴武器伤的救治提供可靠的生物学依据,建立可靠的生物学模型,并进一步探讨损伤后 X 线检查的重要性和必要性。**方法:**利用两种动物、三个距离、三种防护、四个部位定点射击,从临床及 X 线表现等多方面进行比较、分析,并得出统计学结果。**结果:**两种生物、三种条件、三个距离、四个部位均出现了不同程度橡皮弹损伤,体内出现具有统计学规律的弹丸存留,部分出现贯通伤。**结论:**18.4 mm 橡皮霰弹的损伤程度与距离增加呈负相关,三种距离条件下,5 m 对生物的损伤最大。动物种类的不同,射击部位的不同,有着明显的损伤差异,主要与组织厚度和组织结构特点有关与组织厚度和组织结构特点有关。损伤的程度,与防护密切相关,三种防护条件下,棉服防护的损伤效应明显减轻。X 线摄片检查可以直观显示弹丸在其体内存留的数量、位置及深度,以及造成的骨折损伤,可以为临床解剖提供比较可靠的依据,为防暴武器生物学试验提供较为直观的影像学依据。

关键字:橡皮霰弹;生物学效应;X 线表现

中图分类号:R812;R826.6 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2014)18-3456-06

Research on Biological Effects and X-ray Findings of the Fired Animals by 18.4 mm Rubber Bullet*

ZHOU Long-wei, LI Hong-mei, SHI Shao-yong, DONG Sheng, ZHAO Yu-jie, JING Yan, HUANG Yu-hong

(Department of Radiology, 521 Hospital of PLA, Baicheng, Jilin, 137001, China)

ABSTRACT Objective: In recent years, anti-riot weapons injury medical treatment has become an important research topic. In this context, the biological test model of 18.4 mm rubber bullet is established. To research the traumas of two kinds of animals' chest and abdomen fired by 18.4 mm butter bullet in various distances, protections, and parts of the body. As well, to estimate the safety of anti-riot weapon, provide the biological evidences for X-ray examination and clinical treatment, and to further explore the importance and necessity of the X-ray examination. **Methods:** Two animals, three distances, three kinds of protections, and four body parts are involved. The statistical results are acquired by analyzing clinical situations and X-ray findings. **Results:** Two kinds of animal have the varying degrees of traumas under the conditions of three distances, three kinds of protections, and four body parts. In the laboratory animals' body the distribution of bullets shows statistical regularity. Puncture wounds happen even in some laboratory animals **Conclusion:** The injury severity of 18.4 mm Rubber bullet is negatively related to the distance, and the most serious wound happens within 5 meters. There are significant differences in jury with different animal species and body parts. And injury appears to correlate with tissues' thickness, structure, and protections. The degree of damage is closely related to protection, and cotton clothes can significantly reduce the damaging effects. The quantity, position, and depth of the rubber bullets in the laboratory animals' body and the fractures can be clearly displayed by X-ray examination. The X-ray findings can provide the reliable evidences for clinical treatment and biological experiments of the anti-riot weapon.

Key words: Rubber bullet; Biological effect; X-ray Findings

Chinese Library Classification: R812; R826.6 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2014)18-3456-06

前言

18.4 mm 橡皮霰弹是防暴武器的一个弹种^[1-4],目前国内已经装备使用,18.4 mm 橡皮霰弹伤的损伤特点及其修复的研

究,国内外均未见报道。为防暴武器研发改进以及合理、正确、规范使用提供了生物学依据,并为防暴武器对生物损伤的抢救与治疗提供准确的生物学数据,为此,我们制定了 18.4 mm 橡皮霰弹伤生物模型试验。本试验在动物选择上做了很充分的准

* 基金项目:部级常规兵器试验生物学效应研究课题

作者简介:周龙伟(1979-),男,大学本科,主治医师,影像科主任,主要从事放射影像诊断工作,参与常规兵器试验生物学效应研究课题,电话:0436-3261300,Email:longway_zhou@sina.com

(收稿日期:2013-03-12 接受日期:2013-04-10)

备,充分考虑到适合不同胖瘦的人体的体格要求,以及解剖学和组织学结构与人体相对接近程度,我们选择了东北地区山羊和瘦肉型猪这两种动物。试验设计上,我们充分利用现有兵器试验条件,根据参试单位的客观防暴要求,设计了 5 m、15 m 和 30 m 三种距离;选用裸露(脱毛)、春秋季羊毛衫和冬季棉服三种防护条件;在射击部位选择上,根据人体组织器官分布特点,分别对两种选择的动物的胸部、腹部及臀部等部位。本试验主要研究常温状态下,18.4 mm 橡皮霰弹对两种动物在不同距离、不同防护、不同部位条件下的损伤情况,得出客观的试验数据,并分析总结出 18.4 mm 橡皮霰弹性能的生物学评价。

1 材料和方法

试验用枪选用齐齐哈尔雄鹰集团猎枪有限公司研制的 97 式 18.4 mm 防暴枪。弹选用齐齐哈尔雄鹰集团器械有限公司生产的、目前我国公安系统已装备使用的 18.4 mm 橡皮霰弹。为尽可能的客观反映警用 18.4 mm 动能弹对人的致伤威力和特点,根据不同实验动物的体型,解剖学和组织学结构与人体相对接近程度,选用东北地区山羊和瘦肉型猪,即:东北地区白色山羊 18 只,体重 30-40 kg,雌雄不限;东北地区瘦肉型猪 3 头,体重 50-75 kg,雌雄不限。标准驯养二周,随机分成橡皮霰弹 5

m、15 m、30 m 三组(羊 n=6),实验前脱毛,随机抽样进行心电图、呼吸、心率等检测,射击距离 5 m、15 m、30 m。实验温度:常温。着装情况:按我国气候特点及一年四季服装类型选用无防护(裸露)、春秋季羊毛衫防护和冬季棉服防护三种情况进行对比试验。射击部位:根据人体组织器官分布特点、特性,分别对生物双后肢及臀部、腹部、胸部、头颈部制作生物试验模型;射击方法分不同距离、不同防护、不同部位。观测指标如下:1.临床征象:致伤前后生物的活动、精神状态、临床表现、呼吸、心率;2.X 线检查:致伤后生物体内异物存留数量、部位、深度;3.解剖学宏观病理改变:局部损伤性质、范围、面积、体积;胸壁厚度、腹壁厚度、脂肪厚度、胸腹腔有无出血、出血量,有无实质脏器、空腔脏器损伤,损伤程度,有无致死可能。4.病理组织学光镜观察:损伤组织器官组织学改变。

2 结果

2.1 18.4 mm 橡皮霰弹主要性能指标

2.1.1 质量检测 随机抽取 18.4 mm 橡皮霰弹进行检测录取全弹重、飞行弹重,计算平均值,测量弹丸最大直径,计算平均值。见表 1。

表 1 常温 18.4 mm 橡皮霰弹全弹重、飞行弹重及弹丸最大直径

Table 1 The mass of integral bullet and the bolus, the maximum diameter of bolus

Name of bullet	Serial number	Mass of the integral bullet(g)	Mass of the bolus(g)	The maximum diameter of bolus(mm)
18.4mm rubber bullet	1	23.95	0.828	8.08
	2	23.74	0.834	8.12
	3	23.84	0.836	8.10
	4	24.19	0.841	8.13
	5	24.46	0.817	8.06
	6	24.47	0.821	8.08
	7	23.49	0.870	8.11
	8	24.41	0.815	8.09
	9	24.29	0.869	8.12
	10	24.14	0.829	8.14
Average		24.098	0.836	8.103

2.1.2 初速和威力测试 在 5 m、35 m 处分别设立天幕靶,25 mm 白松木靶,每个距离发射常温弹一组(n=10),分别计算平均初速、动能和比动能。见下表 2。

表 2 常温 18.4 mm 橡皮霰弹 5 m、35 m 速度 (m/s)

Table 2 The speed of 18.4mm rubber bullets within 5 meters and 35 meters

Name of bullet	Serial number	5m	35m(g)
18.4mm rubber bullet	1	308	162
	2	313	161
	3	302	170
	4	320	140
	5	312	175
	6	291	159
	7	295	163
	8	313	168
	9	300	159
	10	312	168
Average		306.6	163

5 m 平均速度 306.6 m/s,按动能(E)比动能(Es)计算公式即

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = 0.5 \times 306.6 \times 306.6 \times 0.836/1000 = 39.29349J$$

$$Es = E/S = 39.29349/[3.14 \times (8.103/2/10) \times (8.103/2/10)] = 76.23585J/cm^2$$

35 m 平均速度 163 m/s,弹丸质量平均值 0.836 g,按动能(E)比动能(Es)计算公式,即:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = 0.5 \times 163 \times 163 \times 0.836/1000 = 11.11J$$

$$Es = E/S = 11.11/[3.14 \times (8.103/2/10) \times (8.103/2/10)] = 21.55J/cm^2$$

2.2 生物试验结果

两种生物、三种防护条件、三个距离、四个部位均出现了不同程度橡皮弹损伤,5 m 裸露胸部伤 3 只羊发生现场死亡^[9]。

2.2.1 全身临床表现 三种距离下,两种动物中弹后均出现了明显挣扎和嘶叫,精神状态紧张,继之平静,裸露状态及 5 m 距离症状明显,棉衣防护、30 m 距离症状轻微,胸部中弹、腹部中弹和臀部中弹症状差异不明显,中弹后呼吸、脉搏、血压变化均

明显高于伤前。

2.2.2 局部损伤改变 两种动物、三个距离、四个部位、三种防护状态,记有效弹数均在 144 发,各距离不同部位及防护条件下均出现了不同程度橡皮霰弹损伤,损伤程度的轻重与距离呈负相关,与损伤的部位关系不明显,与防护状态有明显相关性^[8-12]。常温 30 m 棉服、羊毛衫、15 m 棉服局部皮肤均呈现出血液循环障碍加表皮剥脱改变(见图 1),30 m 裸露、15 m 羊毛衫、裸露以及 5 m 三种状态均出现洞穿,呈盲管伤,以 5 m 裸露状

态为最重(见图 2),即中弹部位皮肤圆形或椭圆形孔洞。直径约 0.8-1.2 cm,周围逐渐出现紫红色环形出血,出血区周围有红色不规则充血,且有明显出血(见图 3),此种变化以 5 m、15 m、裸露状态居多数,羊 5 m 裸露状态下胸部中弹有 3 只现场死亡,两种动物以羊改变最明显,而猪的改变虽也明显,但无现场死亡,考虑为猪皮下脂肪组织厚,而羊无皮下脂肪组织及组织薄所致(见表 3)。

表 3 18.4 mm 橡皮霰弹两种动物致伤后皮肤创面变化

Table 3 The traumas of two laboratory animals' skins fired by 18.4 mm rubber bullets

Animal species	Shooting distance (m)	Number of effective shots (round)	Disturbance of blood circulation and spalling of the epidermis	Bullets through the body of animal
Pig	5	38		38
	15	33	8	25
	30	34	11	23
Total		105	19	86
Goat	5	37		37
	15	35		35
	30	32		32
Total		104		104

30 m 棉服防护状态下部分动物呈单纯血液循环障碍改变,部分裸露状态下有剥脱改变,其程度轻微(见图 4)。常温条

件下三种防护橡皮霰弹损伤以棉服最轻、羊毛衫次之,裸露最重,损伤深度见表 4-6。

表 4 18.4 mm 橡皮霰弹两种动物无防护局部损伤深度

Table 4 The depth of two unshielded laboratory animals' local injuries fired by 18.4 mm rubber bullets

Animal species	Shooting distance (m)	Number of effective shots (round)	α	β	γ	δ	ε
Pig	5	8			8		
	15	6			6		
	30	4	2	2			
Total		18	2	2	14		
Goat	5	11					11
	15	8					8
	30	6	1				6
Total		25					25

表 5 18.4 mm 橡皮霰弹两种动物羊毛衫防护局部损伤深度

Table 5 The depth of two laboratory animals' local injuries shielded by woolen sweater

Animal species	Shooting distance (m)	Number of effective shots (round)	α	β	γ	δ	ε
Pig	5	6			6		
	15	4					
	30	3	3	4			
Total		13	3	4	6		
Goat	5	4					4
	15	6					6
	30	5					5
Total		15				20	10

表 6 18.4 mm 橡皮霰弹两种动物棉衣防护局部损伤深度

Table 6 The depth of two laboratory animals' local injuries shielded by cotton clothes

Animal species	Shooting distance (m)	Number of effective shots (round)	α	β	γ	δ	ε
Pig	5	6	4				
	15	10	10				
	30	5	4				
Total		18	18				
Goat	5	6				5	1
	15	6				6	
	30	6				6	
Total		18				17	1

注:在表 4-6 中, α , β , γ , δ , ε 分别代表:皮下脂肪浅层、皮下脂肪全层、肌层、皮下肌肉浅层和皮下肌肉全层。

Note: In the Table 4-6, α , β , γ , δ , ε represents Subcutaneous fat Shallow, Subcutaneous fat layer, Subcutaneous fat myometrial, Subcutaneous muscle shallow, Subcutaneous muscle layer.

2.2.3 皮肤创面的测量 两种动物橡皮霰弹伤, 大部分动物均致局部洞穿, 部分 30m 棉服防护状态下猪的表现最为典型, 缺血区直径 0.5-0.8 cm, 出血区直径(含缺血区) 2.5-5.5 cm, 充血区直径(含缺血区、出血区)通常 6.0-8.0 cm。结果提示:缺血区、出血区、充血区随射击距离增加而减少, 5 m 距离与 30 m 距离间差异显著, 且低温状态下, 5 m 与 15 m、30 m 损伤程度具有

明显差异, 与防护类型相关显著, 棉服防护损伤程度明显减轻。近距离裸露和羊毛衫防护差异不明显。

橡皮霰弹伤主要造成盲管伤^[13-15], 弹丸多在体内存留, 近距离部分可进入体腔。损伤的深度与距离呈负相关, 棉衣防护与羊毛衫、裸露差异明显见表 7。

表 7 18.4 mm 橡皮霰弹不同距离不同防护局部损伤程度比较

Table 7 The comparison of two laboratory animals' local injuries fired by 18.4 mm rubber bullets

Animal species	Shooting distance	Number of effective shots(round)	Protective	Depth (cm)	Range (cm ²)	The bullet entrance (cm ²)
Pig	5	6	A	2.17± 0.29	2.83± 1.04	0.69± 0.09
		6	B	3.33± 1.04	3.33± 1.15	0.69± 0.11
		6	C	6.00± 0.50	4.50± 0.01	0.74± 0.09
	15	6	A	1.27± 0.40	4.17± 1.53	0.76± 0.12
		6	B	2.00± 0.50	4.50± 1.32	0.69± 0.11
		6	C	2.50± 0.05	5.17± 1.76	0.79± 0.16
	30	6	A	0.77± 0.25	4.17± 0.29	0.72± 0.09
		6	B	1.13± 0.32	3.67± 0.29	0.71± 0.07
		6	C	1.80± 0.20	3.33± 0.47	0.64± 0.14

注:A,B,C 分别代表棉服、羊毛衫和裸露

Note:A,B,C represents cotton clothes, woolen sweater and unshielded.

2.2.4 局部损伤 有明显圆形或椭圆形入口, 面积 0.74± 0.09 cm, 有明显的伤道坏死区, 坏死区周围 0.5-1.5 cm 挫伤区, 挫伤区外有一环形充血区, 约 0.5-2.5 cm。

2.2.5 X 线表现 使用的设备为日本 1995 年生产的东芝 500 mA 普通 X 光机, X 光片为常规普通胶片摄片在本次试验中, 由于条件的限制, 我们采用的 X 光片还是老式的常规水洗模拟片, X 光片可以清晰显示两种动物橡皮霰弹致伤后的弹丸存留情况, 30 m 棉、毛, 15 m 棉只有少数有弹丸存留, 且位置浅表(见图 5)。5 m 三种防护状态, 15 m 毛、裸, 30 m 裸均有弹丸存留(见图 6)。弹丸存留深度与距离呈负相关, 与防护有明显相关性。其中 5 m 裸、羊毛衫二种防护状态最重, 弹丸存留胸腔深度达 14-19 cm(见图 7), 还清晰显示出橡皮霰弹造成的肋骨等的骨折情况(见图 5)。



图 1 猪 15 m 棉服防护下局部皮肤呈现血液循环障碍加表皮剥脱改变
Fig. 1 The denudation and dysaemia of skins shielded by cotton clothes within 15 meters



图 2 5 m 裸露状态下弹丸洞穿猪的皮肤,呈盲管伤

Fig. 2 The blind tract wound of unshielded pig skins fired by 18.4mm rubber bullets within 5 meters



图 3 15 m 裸露状态下中弹部位皮肤圆形孔洞,直径约 1.2cm,周围有红色不规则充血

Fig. 3 A 1.2cm diameter shot-hole in the unshielded skins within 15 meters



图 4 30 m 裸露状态下猪的局部皮肤有轻度剥脱改变

Fig. 4 Low-grade skin denudation of the unshielded pigs fired by 18.4mm rubber bullets within 30 meters

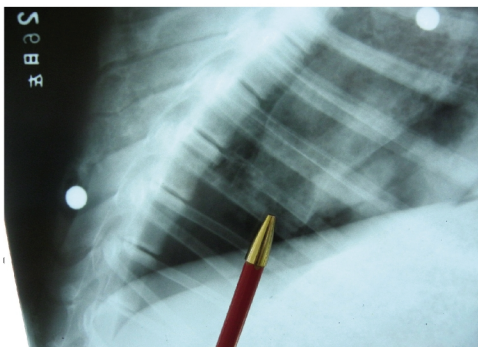


图 5 30 m 棉服防护下,有少量弹丸存留,且位置浅表

Fig. 5 A small quantity of superficial boluses existing in the laboratory animals' body shielded by cotton clothes within 30 meters

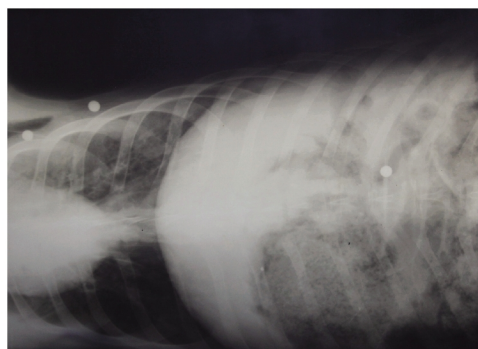


图 6 15 m 羊毛衫防护状态下,有弹丸存留

Fig. 6 Some boluses existing in the laboratory animals' body shielded by woolen sweater within 15 meters



图 7 5 m 裸露状态下弹丸存留胸腔腹腔深度达 14-19cm

Fig. 7 Boluses existing in the unshielded laboratory animals' thoracic and peritoneal cavity with 14-19cm depth within 5 meters

3 结论

3.1 橡皮霰弹伤损伤特点

常温条件下橡皮霰弹在 5 m、15 m、30 m 对裸露动物进行射击,部位选择臀部及后肢、腹部、胸部、头颈部,以每个弹丸为一有效弹,共计有效弹 114 发,各距离、各部位有效弹出现了不同程度橡皮霰弹伤,其致伤效应主要表现为局部组织盲管伤,即有入口,没有出口,同时进入体腔造成胸腔腹腔内脏器损伤和骨折,弹丸在体腔内穿行距离主要取决于能量的大小,所呈直线运动,在遇到一定硬度或有一定硬度介质时可发生偏离,损伤程度与距离增加呈负相关,动物种类的不同,射击部位的不同,有着明显的损伤差异,主要与组织厚度和组织结构特点有关^[16-19]。橡皮霰弹组在距离动物 5 m 处,导致实质脏器破裂 5 例,皮下血肿及出血 98 例;距离动物 15 m 处,导致实质脏器破裂 2 例,皮下血肿及出血 56 例;距离动物 30 m 处,导致实质脏器破裂 4 例,皮下血肿及出血 15 例。由上可知,橡皮霰弹组在近距离时较远距离时对动物的损伤重^[20,21]。

3.2 X 线检查的必要性探讨

X 线摄片检查是防暴武器生物学试验的必不可少的一种检查手段,也是一种直观的观察方法。X 线摄片检查可以明确显示两种动物橡皮霰弹致伤后弹丸在其体内存留的数量、位置,可以为临床解剖提供比较可靠的依据。还可以明确残留弹丸的深度,通过精确测量得出数据,并得出直观的结论,即弹丸存留的深度与射击距离呈负相关,与防护有明显的相关性。还

可以清晰显示弹丸对动物造成的骨折损伤的类型,以及骨折的严重程度^[67],为防暴武器生物学试验和防暴武器的鉴定提供较为直观的影像学依据。

参 考 文 献(References)

- [1] 和海君, 张立国. 国产新型警用防暴动能弹——18.4mm 布袋弹[J]. 轻兵器, 2005, (14): 24-25
He Hai-jun, Zhang Li-guo. The new police riot kinetic energy missiles, 18.4mm Bag Bomb[J]. Light weapons, 2005, (14): 24-25
- [2] 杨理明. 新型非致命武器—OC 催泪痛球弹发射器[J]. 轻兵器, 2002, (01): 18-19
Yang Li-ming. The new non-lethal weapons, the launcher Of OC tear-pain-ball bullet[J]. Light weapons, 2002, (01): 18-19
- [3] 刘建友, 戴刚, 马新献, 等. 9mm 警用转轮手枪橡皮弹 [J]. 轻兵器, 2006, (12): 30-31
Liu Jian-you, Dai Gang, Ma Xin-xian, et al. 9mm rubber bullet of the police-revolver gun[J]. Light weapons, 2006, (12): 30-31
- [4] 刘开吉. 非致命弹药也致命 - 慎用 9mm 警用转轮手枪橡皮弹[J]. 轻兵器, 2005, (24): 38-39
Liu Kai-ji. The non-lethal ammunition is fatal, use 9mm rubber bullet of the police-revolver gun cautiously [J]. Light weapons, 2005, (24): 38-39
- [5] Wahl P, Schreyer N, Yersin B. Injury pattern of the Flash-Ball, a less-lethal weapon used for law enforcement: report of two cases and review of the literature[J]. J Emerg Med, 2006, 31(3): 325-330
- [6] 郭启勇. 实用放射学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 5-6, 464-465
Guo Qi-yong. Practice of Radiology [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2007: 5-6, 464-465
- [7] 白人驹. 医用影像学诊断[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 250-252
Bai Ren-ju. Medical Imagelogy Diagnostics [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2005: 250-252
- [8] Martino A, De Rienzo D, Evangelista M, et al. A singular bullet run in a firearm wound in the neck. A case report[J]. Ann Ital Chir, 2009, 80 (2): 145-149
- [9] Zhou S, Lei D, Liu Y, et al. Experimental study on firearm wound in maxillofacial region[J]. Chin Med J (Engl), 1998, 111(2): 114-117
- [10] Moon E, Kondrashov D, Hannibal M, et al. Gunshot wounds to the spine: literature review and report on a migratory intrathecal bullet[J]. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2008, 37(3): E47-E51
- [11] Spakauskas B, Ambrozaitis KV, Kontautas E. The bullet in the dural sac. How to catch it? A report of two cases [J]. Medicina, 2007, 43(6): 478-481
- [12] Ben-Galim P, Reitman CA. Intrathecal migratory foreign body without neurological deficit after a gunshot wound[J]. Spine J, 2008, 8 (2): 404-407
- [13] Singh R, Rohilla R, Siwach R. Intrathecal migration of a bullet in the spinal canal[J]. Am J Orthop, 2010, 39(3): 116
- [14] Waters RL, Sie IH. Spinal cord injuries from gunshot wounds to the spine[J]. Clin Orthop Relat Res, 2003, (408): 120-125
- [15] Ajmal S, Enam SA, Shamim MS. Neurogenic claudication and radiculopathy as delayed presentations of retained spinal bullet [J]. Spine J, 2009, 9(10): e5-8
- [16] DuBose J, Teixeira PG, Hadjizacharia P, et al. The role of routine spinal imaging and immobilisation in asymptomatic patients after gunshot wounds[J]. Injury, 2009, 40(8): 860-863
- [17] Gönül E, Erdoğan E, Taşar M, et al. Penetrating orbitocranial gunshot injuries[J]. Surg Neurol, 2005, 63(1): 24-30
- [18] Mirovsky Y, Shalmon E, Blankstein A, et al. Complete paraplegia following gunshot injury without direct trauma to the cord [J]. Spine, 2005, 30(21): 2436-2438
- [19] Klein Y, Cohn SM, Soffer D, et al. Spine injuries are common among asymptomatic patients after gunshot wounds [J]. J Trauma, 2005, 58 (4): 833-836
- [20] Tumialán LM, Walkup RR, Gupta SK. Minimally invasive retrieval of a bullet from the L5-S1 neural foramina after transperitoneal gunshot wound[J]. Spine J, 2009, 9(2): 169-173
- [21] Rapp LG, Arce CA, McKenzie R, et al. Incidence of intracranial bullet fragment migration[J]. Neurol Res, 1999, 21(5): 475-480