

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2014.22.010

常温环境下 38 mm 软体变形弹生物致伤效应实验研究

蒲利森¹ 李绪强^{1△} 徐鹏¹ 林健¹ 黄宇宏²

(1 中国白城兵器试验中心 吉林 白城 137001; 2 解放军 521 医院 吉林 白城 137001)

摘要 目的:从生物学角度评估 38 mm 软体变形弹的杀伤威力,并阐明其生物致伤效应。**方法:**常温条件下,对生物模型进行实弹射击,将猪和羊(各 9 只)按照射击距离的不同(3 m、5 m、10 m)分成三组,每组三只,射击部位为四肢、胸部、腹部及臀部。**结果:**局部损伤主要表现为单纯血液循环障碍或血液循环障碍伴随表皮剥落;临床解剖发现,在 5 m 距离上可致羊脏器破裂、肋骨骨折,在 3 m 距离上可致猪肺广泛性出血,同等条件羊的损伤程度较猪重。**结论:**我们认为,5 m 距离内被 38 mm 软体变形弹击中,对人有可能造成血气胸,5 m 距离外局部创伤可在数天后自行吸收、消退或愈合,一般无需医学处理。

关键词: 软体变形弹;威力性能;生物致伤;柔性非致命弹药;延展性

中图分类号: Q95-3; R826.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6273(2014)22-4244-05

Study on Biotraumatogenic Effect of 38 mm Soft-Deformed Bullets Under Constant Temperature

PU Li-sen¹, LI Xu-qiang^{1△}, XU Peng¹, LIN Jian¹, HUANG Yu-hong²

(1 Baicheng Ordnance Test Center of China, Jilin, Baicheng, 137001, China; 2 521 Hospital of PLA, Baicheng, Jilin, 137001, China)

ABSTRACT Objective: In order to appraise lethality of 38 mm soft-deformed bullets in the biological perspective, and explain the biotraumatogenic effect. **Methods:** Pigs and sheep were shot under constant temperature, the nine pigs and sheep were divided into 3 groups according to distance of 3 m, 5 m and 10 m, each group contained three pigs or sheep, the shooting location were limb, chest, abdomen and buttock. **Results:** Clinical anatomy shows performance for local damage of animals was disturbance of blood circulation, or disturbance of blood circulation in according with epidermal detachment; shoot in the distance of 5 m, viscera of sheep was broken, and rib fracture; in the distance of 3 m, the lung of pig was extensive bleeding. Compared with pig, ability of sheep to fight off 38mm soft-deformed bullets was weaker. **Conclusion:** we consider that shot by 38 mm soft-deformed bullets within 5m for person, the pneumothorax may occur, and the injured position could be self-absorbing, extinction or healing, generally medical treatment was unnecessary.

Key words: Soft-deformed bullet; Power performance; Biotraumatogenic; Flexible nonfatal ammunition; Ductility

Chinese Library Classification(CLC): Q95-3; R826.6 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2014)22-4244-05

前言

38mm 软体变形弹^[1]是防暴武器^[2-6]的一个弹种,弹丸采用硬度较低的硅基触变橡胶材料制成,在打击人体目标时具有较好地延展性,可大大减小比动能,降低对目标的致伤作用。此类弹药是公安部“十一五”期间立项研制的,国内尚未建立相应的威力评定标准,只能按照战术技术指标要求以能否穿透 25 mm 厚松木板进行试验考核,参照相关威力标准和规程^[7,8]可知 25 mm 厚松木板一般用作杀伤性武器的致死判据,而非致命武器研发的目的是最大限度的降低人员死亡和永久性伤害^[9-11],因此用松木板试验结果来评估非致命武器的致伤威力缺乏理论依据。

尽管橡皮弹在设计上比较安全,但是也有个别关于它的使用引起死亡的案例^[12,13],为全面反映 38mm 软体变形弹的威力性能,依据创伤弹道学研究方法选取生物模型^[14],通过对生物模型的不同部位进行实弹射击致伤,系统观察生物致伤后的临床表现,活杀解剖生物观察局部和全身各器官组织的宏观病理并提取样本进行光镜检查,参照防暴弹威力致伤标准^[15]对伤情进行分度,从生物学角度客观地评估弹药威力性能,为公安队伍结合作战任务要求选用管用、好用的武器装备提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料与被试动物

试验用枪选用兵器工业集团第二〇八研究所研制的并大量装备公安队伍的 38 mm 防暴枪^[16],试验用弹为警用 38 毫米软体变形弹(见图 1)。38 mm 软体变形弹主要由弹壳(含发射药盒)、弹托、弹丸(布包硅基触变橡胶)、封口垫组成^[16],全弹长平均值为 121.93 mm,全弹质量平均值为 138.28 g,飞行体质量平均值为 51.49 g,主要结构及部件如图 2 所示。常温条件下射

作者简介:蒲利森(1977-),男,硕士研究生,工程师,主要从事步兵榴弹及特种弹药鉴定试验技术研究,电话:0436-3261581,

E-mail:sunnylaopu@163.com

△通讯作者:李绪强,电话:0436-3261581,

E-mail:xuqiang_lee@foxmail.com

(收稿日期:2014-01-01 接受日期:2014-01-26)

击是,弹丸在距离枪口 3 m、5 m 和 10 m 距离上平均飞行速度为 63.2 m/s、58.6 m/s 和 53.8 m/s,对应的动能为 102.8 J、88.4 J 和 74.5 J。

模拟介质威力试验采用 25 mm 厚松木板靶;生物致伤效应实验为客观反映警用 38 mm 软体变形弹对人体的致伤威力和特点,根据实验动物的体型、解剖学和组织学结构特点、生理和生化指标等与人体接近程度,并为进行全身和局部损伤效应检测,选用了与人体接近的东北地区白色山羊和瘦肉型猪,包括:(1)山羊:9 只,雌雄不限,体重 37.5 ± 2.5 kg,主要用于全身损伤效应检测;(2)瘦肉型猪:9 只,雌雄不限,体重 70 ± 3.5 kg,雌雄不限,主要用于局部损伤效应检测。

1.2 实验方法

1.2.1 对模拟介质威力实验 向距枪口 3 m、5 m 和 10 m 距离处垂直设立的 25 mm 厚松木板靶发射常温 38 mm 软体变形弹各 10 发。

1.2.2 生物致伤效应实验 将白色瘦肉型猪和山羊均俯卧位固定于射击靶架上(见图 3),距离分别为 3 m、5 m 和 10 m,每个距离分别进行 3 只羊和 3 只猪的射击试验,每种条件射击有效弹数各 6 发。设计着弹部位分别为四肢、胸部、腹部和臀部,胸部射击点选为第三肋间,腹部射击点选为左右上腹部,射击时其余部位进行遮挡。射击后立即观察动物的临床症状、精神状态、伤口(创面)特点和出血情况,测量长径、宽径和深度,将创面(伤口)绘图,对试验生物进行生理检测。伤后活杀解剖,测量猪皮下脂肪厚度、胸壁厚度和腹壁厚度。观察生物胸腔有无出血、出血量,肝、脾、心、肺、肾、胃肠系膜损伤情况,留取局部及相应脏器组织进行光学病理及电子病理检查。

1.3 指标检测

1.3.1 对模拟介质威力实验指标检测 测量弹丸撞击靶板后的印痕面积和侵入深度。

1.3.2 生物致伤效应实验指标检测

(1)生命体征参数:体温、呼吸、心率、血压;

(2)临床行为学观察:精神状态、活动状态、对周围刺激的反应等;

(3)皮肤创面观察:定性与定量观测创面性状、范围、深度等;

(4)生理检测:心电图、脑电图、肌电图和血压;

(5)解剖学宏观观察:系统检测皮肤创伤的性质、范围、深度、出血、坏死及各主要脏器的损伤和病理变化;

(6)病理组织学光镜观察:对所有动物创伤局部和主要脏器进行取材,标本经 10% 缓冲中性福尔马林固定,石蜡制片,莱卡显微镜观察和照相。

2 结果

2.1 对模拟介质威力实验

软体变形弹对松木板无任何侵入作用,靶板前后两面与射击前相比外形基本一致,只是弹丸在撞击靶板后形状发生较大改变,呈一薄片状(见图 4),撞击木板后的截面积(按类圆面积计算)扩展为撞击前的 3.88 倍。

2.2 生物致伤效应实验

两种生物(猪和羊)在三个距离上进行的多个部位射击实

验后,中弹部位均出现了不同程度的损伤情况,猪的损伤症状比较明显且极易观察,伤情比羊轻。

2.2.1 全身临床表现 猪:中弹后均出现了明显挣扎和嘶叫,精神状态紧张,继之平静,3 m 距离症状明显,持续约 2 分钟后平静;5 m 和 10 m 距离症状轻微,也于射击后即刻出现较明显的挣扎和嘶叫,但迅速恢复平静;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。

羊:中弹后也出现了明显挣扎、鸣叫,持续数分钟后平静;三个距离击中胸部后均有 1 只羊出现口腔气道出血现象(见图 5),主要考虑为肺损伤所致。

2.2.2 皮肤创面的局部临床所见

(1)皮肤创面的临床表现

猪:3 m、5 m 和 10 m 三个距离共发射有效弹 72 发,被击中的猪皮肤着弹部位均发生了“软体变形弹伤”。主要表现为单纯血液循环障碍和血液循环障碍伴表皮剥脱 2 种类型。单纯血液循环障碍型:表现为射击后即刻着弹部位皮肤苍白,呈缺血状,多为圆形或椭圆形,约 1 分钟后,缺血区范围缩小,其周围渐出现深紫红色的环形出血区(即皮下组织出血),并于出血区周围出现浅红色环形或不规则环形充血区(即皮下组织血管扩张充盈所致),此类损伤表面多无破损(见图 6)。血液循环障碍伴表皮剥脱型:表现为上述血液循环障碍型的缺血区表面发生表皮剥脱,类似擦伤,其剥脱呈点灶状或斑点状(米粒样或玉米粒样,甚至蚕豆样大小),每见少量渗血(见图 7)。

羊:3 m、5 m 和 10 m 三个距离同样试验射击有效弹数 72 发,羊的临床表现与猪类似,即皮肤创伤主要为单纯血液循环障碍和血液循环障碍伴表皮剥脱 2 种类型,但是由于羊的局部血液循环改变不明显,一般需要在弹丸击中目标后等待约 2 分钟左右才能观察到,而且其充血、出血范围明显小于猪,考虑猪有皮下脂肪,而羊无皮下脂肪组织所致。

(2)皮肤创面的测量

实验猪经软体变形弹击中后均造成不同程度的皮肤损伤,3 m 距离皮肤缺血区平均面积约 27.5 cm^2 、出血区平均面积(含缺血区)约 45.3 cm^2 、充血区面积(含缺血区和出血区)约 75.3 cm^2 ,5 m 距离皮肤缺血区面积约 14.2 cm^2 、出血区面积约 42.6 cm^2 、充血区面积约 66.5 cm^2 ,10 m 距离皮肤缺血区面积约 20.1 cm^2 、出血区面积约 41.6 cm^2 、充血区面积约 69.4 cm^2 。总体来看,缺血区、出血区和充血区均随射击距离的增加而减小,远离个别损伤面积偏大主要是由于弹丸在空中飞行时稳定性不够,而且伴随有部分弹药的弹杯在打击目标前未与弹丸分离造成的。

2.2.3 生理改变

应用心电图仪等检测设备对两种生物进行生理检查(见图 8),观察心律、心率、P 波、Q 波、R 波、T 波、P-R 间期、Q-T 间期及 ST 段变化等情况。

3 m 距离中弹后生物即刻出现生理改变,表现为心电图显示心律不齐,心率加快,T 波倒置,波幅较前加深,提示有心肌缺血;脑电图表现为 B 波占优势,处于兴奋状态;肌电显示出现多个连续纺锤形波形,出现一过肌颤;呼吸频率明显加快,呼吸幅度变浅;体温变化不明显,血压升高。5 m 距离中弹后生物即刻出现心电图显示心律不齐,心率加快,ST 段及 T 波变化不明

显;其余状况显示与 3 m 距离类似。10 m 距离中弹与 5 m 距离中弹后表现基本一致。

2.2.4 病理检查所见

(1) 皮肤局部宏观病理所见

所有动物活杀后进行病理检查,三个距离、四种部位有效弹均出现了皮下组织出血,猪由轻到重依次有皮下脂肪浅层、皮下脂肪全层、皮下肌肉浅层;羊在三个距离上均为皮下肌肉全层损伤。究其原因,由于猪的表皮层、真皮层(胶原组织及其毛囊、汗腺等附属器)明显较羊厚,而且皮下组织较多,血供丰富,故其皮下脂肪出血较多见,而羊皮下脂肪极稀少,故主要表现为皮下肌层出血。

(2) 内脏器官宏观病理所见

猪:被软体变形弹击中后主要以皮下肌肉浅层损伤居多,3 m 距离击中胸部后 1 头猪出现肺挫伤并伴有广泛肺出血现象(见图 9)。

羊:10 m 距离中弹后所有部位均可致肌肉全层损伤,胸部中弹后出现肺挫伤导致口腔、气道出血,腹部中弹后致使腹部内层淤血、充血及对应胃壁出血;5 m 距离中弹后所有部位均导致肌肉全层软组织挫裂伤,胸部中弹后出现肺挫裂伤、血气胸,腹部中弹后出现小肠壁多处出血、肝脏隔面破裂和腹腔出血现象;3 m 距离中弹出现肋骨骨折、肺挫裂伤、肝脏破裂和腹腔出血现象(见图 10)。

两种动物宏观病理比较,以猪的较轻,羊的重于猪;同一生物不同距离比较,局部损伤、内脏损伤随着距离增加损伤程度呈递减趋势。

(3) 光镜病理组织学所见

猪:3 m 距离肺组织见局部点片状出血,出血部位主要为肺泡隔,也见于肺泡和细支气管腔内;心肌细胞间点灶状出血,部分心肌纤维肿胀,少数心肌纤维胞浆轻微嗜酸性增强;肝组织见多发局灶性出血,周围肝细胞不同程度变性和坏死;皮肤弹着点的损伤主要表现为角化层剥脱、表皮层细胞坏死、表皮下真皮浅层坏死,皮下脂肪层均可见条索状出血,肌层损伤可

见肌纤维部分断裂、坏死或严重变性,邻近的浅层肌肉见不同程度肿胀变性;其余未见明显病变。5m 和 10m 距离主要为皮肤及皮下脂肪组织内广泛出血伴局灶含铁血黄素沉积,其余无明显出血病变。

羊:3 m 距离脾组织内广泛出血、局部变性、坏死,较多中性粒细胞浸润;肝组织内静脉血管充血伴局灶出血,可见铁血黄素沉积,少量淋巴细胞及多量中性粒细胞从血管内渗出,浸润肝组织,部分肝细胞浊肿、变性;肌肉及脂肪组织内散在出血,含铁血黄素沉积,部分肌肉及脂肪组织变性,脂肪组织灶性液化、坏死;皮下脂肪组织伴坏死及广泛出血、局灶含铁血黄素沉积;其余未见明显病变。5 m 和 10 m 距离肝细胞变性、浊肿;肺组织内广泛出血伴含铁血黄素沉积,炎细胞渗出,浸润间质;肌肉组织间血管广泛充血、出血,含铁血黄素沉积,部分肌肉及脂肪组织变性,脂肪组织灶性液化、坏死。

3 讨论

3.1 软体变形弹致伤特点

软体变形弹对模拟介质无侵彻效果,与材质硬度基本无关;生物实验结果同样表明软体变形弹对人体不会产生穿透伤,以软组织损伤为其主要特征。常温条件下 5 m 距离是弹丸与弹杯分离的主要临界点,个别弹药分离点在 10 m 以上;如果弹丸在打击目标时不能与弹杯完全分离,将大大加重对目标的致伤效果,这也是近距离生物损伤较重的主要原因。在大于 5 m 距离的软体变形弹伤猪未出现胸腹腔大的实质性脏器破裂出血,故没有致死的可能;但是 10 m 距离的羊仍可造成肌肉全层、肺损伤等中度以上损伤,从生物致伤现象、结果及高速录像视频来看主要是由于弹丸与弹杯未分离导致的;因此在 5 m 距离内使用时,推论到人体质瘦小、夏季胸腹部伤能够造成内脏器官破裂、腔内大出血,存在致死可能,但概率较小。

3.2 根据生物伤情推测到人

根据对实验用生物进行活杀后测量其胸壁、腹壁及皮下脂肪厚度,实验用猪和羊各 9 头,测得其组织厚度数据如表 1 所示。

表 1 两种动物组织厚度

Table 1 Skin thickness of two animals

Animal	Quantity	Thickness of thoracic wall(cm)	Thickness of abdominal wall(cm)	Thickness of subcutaneous fat(cm)
Pigs	9	4.0± 0.2	3.0± 0.5	1.5± 0.3
Goats	9	3.0± 0.1	1.0± 0.2	—

根据成人标准体重的皮下脂肪厚度、胸壁厚度、腹壁厚度,结合组织器官结构特点,猪与人更加接近。本次试验将所有射击距离的两种动物伤情进行对比分析研究,并进一步推测到人,推论结果如表 2 所示。从结果可以看出,38 mm 软体

变形弹可在 5 m 距离外对暴徒和不法分子进行驱散射击,一般不需医疗处置即可痊愈;但在 5 m 距离内使用应根据目标的体质情况合理选择致伤部位,胸腹部致伤应及时采取医疗干预措施。

表 2 不同距离的伤情比较

Table 2 Compare of conditions of the injury

Distance(m)	Bullets Quantity	Synthesis wounding degree		
		Pigs	Goats	Human
3	48	mild-severe	extremely	mild-severe
5	48	mild-moderate	severe-extreme	mild-moderate
10	48	slight-mild	moderate- severe	mild

4 致伤威力评估方法

由于松木板的硬度和强度远大于人体组织,鉴于明胶可以制成与人体软组织相同密度的均匀透明弹性体,通过高速摄影的方法能够直接观察到弹丸在明胶内的侵彻过程,试后判读视频图像可准确测量侵彻过程。为深入了解 38 mm 软体变形弹对明胶的侵彻情况,我们还进行了浓度为 20% 的明胶实弹射击实验,距离选取同样为 3 m、5 m 和 10 m。从视频图像上可以看出软体变形弹在打击明胶后,明胶发生较大的脉动现象,但很快明胶就恢复原状并将软体弹丸反向弹回(见图 11),经观察



图 1 38mm 防暴枪及软体变形弹
Fig. 1 38mm baton gun and bullets

明胶表面仅留有一些不易察觉的印痕,其余与射击前完全一致。

从松木板和明胶实验结果来看,软体变形弹由于自身弹丸材料硬度较低,对不同硬度的模拟介质均无侵彻作用,因此指标要求的以能否穿透 25 mm 松木板作为考核判据缺乏科学依据,难以对弹药威力进行有效评估。依据创伤弹道学可知,生物实验结果能够较全面地考核弹药威力,特别是此类硬度较低、延展性较好的橡胶弹丸,对目标造成的伤情主要是软组织损伤,从外表很难判断弹药的致伤程度,为此需要结合弹丸结构特点选择制作生物模型,综合分析弹药在不同距离上的致伤实验结果才能全面评估弹药的打击威力。



图 2 弹药结构分解图
Fig. 2 Exploded view of the bullets



图 3 实验用猪固定在实验架上
Fig. 3 Experiment measure



图 4 弹丸变形后形状图
Fig. 4 Deformation of the bullet



图 5 击中胸部后口腔及气道出血(羊)
Fig. 5 Goat after shooting

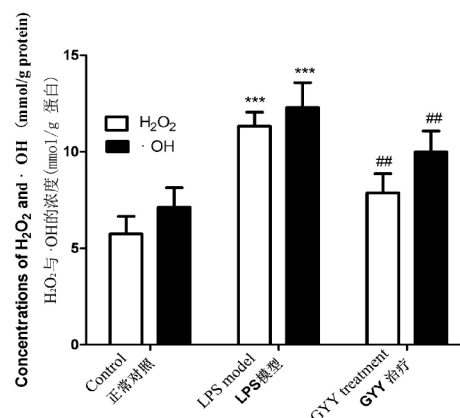


图 6 单纯血液循环障碍(猪)
Fig. 6 Simple disturbance of blood circulation of pig

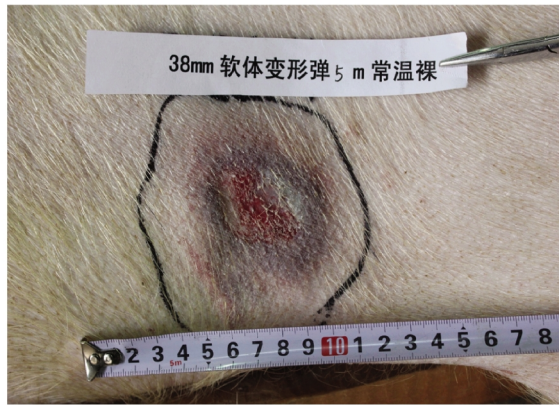


图 7 血液循环障碍伴表皮脱落(猪)

Fig. 7 Simple disturbance of blood Circulation & epidermis excoriation



图 8 心电图检查

Fig. 9 Electrocardiographic examination



图 9 击中胸部后肺挫伤伴出血(猪)

Fig. 9 Contusion of the lung of pig



图 10 肝脏破裂伴腹腔内出血(羊)

Fig. 10 Fracture of liver of goat

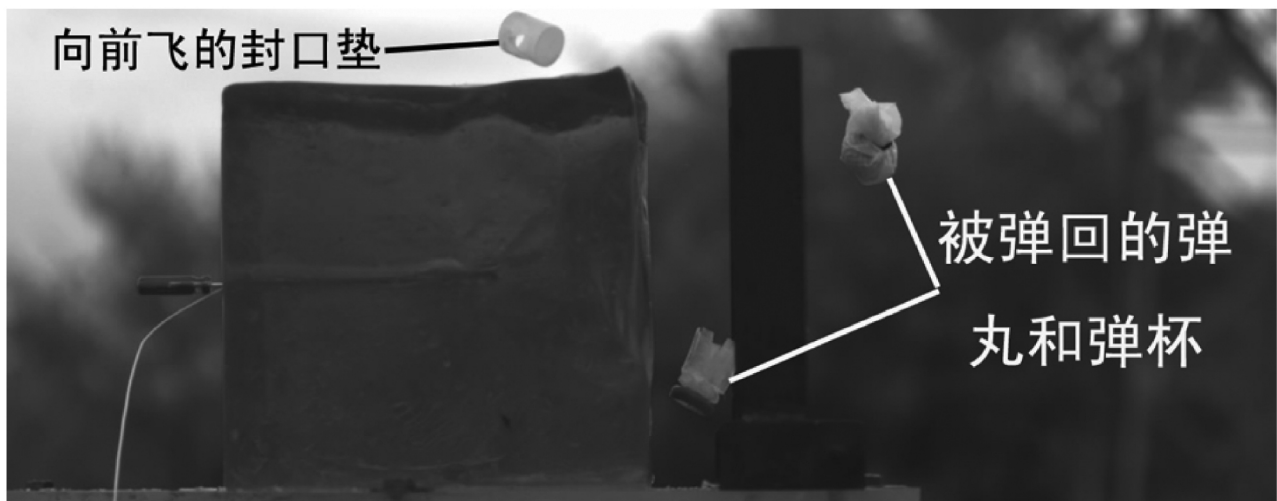


图 11 软体变形弹撞击明胶后产生的脉动形状及被反弹回的弹丸和弹杯

Fig. 11 Body deformation of projectile impact gelatin pulse shape and bounce back into the projectile and bomb cup

参考文献(References)

- [1] 和海君,翟文,陈强,等.新型塑性体橡胶在防暴动能弹上的应用研究—38mm 软体变形弹的研发[J] 警察技术,2012,(05):68-70
He Hai-jun, Zhai Wen, Chen qiang, et al. Study on Application of new type of plastic rubber in riot control grenades-R&D of 38mm soft-deformed bullets[J]. Police Technology, 2012,(05):68-70
- [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. A new nonlethal weapon-OC tear gas and flash ball bullets gun[J]. Small arms, 2002,(01):18-19
- [3] 刘建友,戴刚,马新献,等. 9 mm 警用转轮手枪橡皮弹[J] 轻兵器, 2006,(12):30-31

(下转第 4276 页)

- [11] Aminisani N, Armstrong B K, Canfell K. Uptake of liquid-based cytology as an adjunct to conventional cytology for cervical screening in NSW, Australia: a cross-sectional and population-based cohort analysis[J]. BMC Public Health, 2013,13(1):1196
- [12] Froberg M, Norman I, Johansson B, et al. Liquid-based cytology with HPV triage of low-grade cytological abnormalities versus conventional cytology in cervical cancer screening [J]. Curr Pharm Des, 2013,19(8):1406-1411
- [13] Tsonev A, Ivanov S, Kovachev E, et al. Our experience in using liquid based cytology in cervical screening (LBC)[J]. Akush Ginekol (Sofia), 2013,52(1):8-10
- [14] Siebers A G, van der Laak J A, Huberts-Manders R, et al. Accurate assessment of cell density in low cellular liquid-based cervical cytology[J]. Cytopathology, 2013,24(4):216-221
- [15] Demirel D, Akyurek N, Ramzy I. Diagnostic and prognostic significance of image cytometric DNA ploidy measurement in cytological samples of cervical squamous intraepithelial lesions [J]. Cytopathology, 2013,24(2):105-112
- [16] Susini T, Olivieri S, Molino C, et al. DNA ploidy is stronger than lymph node metastasis as prognostic factor in cervical carcinoma: 10-year results of a prospective study [J]. Int J Gynecol Cancer, 2011,21(4):678-684
- [17] Lorenzato M, Caudroy S, Nou J M, et al. Contribution of DNA ploidy image cytometry to the management of ASC cervical lesions [J]. Cancer, 2008,114(4):263-269
- [18] Singh M, Mehrotra S, Kalra N, et al. Correlation of DNA ploidy with progression of cervical cancer [J]. J Cancer Epidemiol, 2008,2008: 298495
- [19] Garner D M, Guillaud M D, MacAulay C E. DNA ploidy cytometry testing for cervical cancer screening in China - letter [J]. Clin Cancer Res, 2010,16(13):3517, 3517-3519
- [20] Tong H, Shen R, Wang Z, et al. DNA ploidy cytometry testing for cervical cancer screening in China (DNACIC Trial): a prospective randomized, controlled trial [J]. Clin Cancer Res, 2009,15 (20): 6438-6445

(上接第 4248 页)

- Liu Jian-you, Dai gang, Ma xin-xian, et al. 9 mm police revolver rubber bullets [J] Small arms, 2006,(12):30-31
- [4] 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
- [5] 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, 14:22-23
- He Hai-jun, Zhang Li-guo. Home-made new pattern police anti-riots kinetic energy munition-18.4mm bag bullets [J]. Small Arms, 2005,14:22-23
- [6] 邹继京.评析新装警用防暴武器——2010 式 10 毫米转轮防暴手枪武器系统[J].公安教育,2011,(05): 40-42
- Zou Ji-jing. Analysis of the new police anti riot weapons-2010 type 10 mm revolver anti riot gun system [J]. Police Education and Training, 2011,(05): 40-42
- [7] 张义长,刘海寅. GJB349.3-87《常规兵器定型试验方法 延期爆炸杀伤手榴弹》[S].国防科学技术工业委员会,1987
- Zhang Yi-chang, Liu Hai-yin. GJB349.3-87 The approval test method of conventional weapons-Delayed-action explosive killing grenades [S]. Commission of science, technology and industry for national defence of the people's Republic of China, 1987
- [8] 杨树栋,林元汇,王晓天,等. GJB3287-98《防暴弹药定型试验规程》[S]. 国防科学技术工业委员会,1998
- Yang Shu-dong, Lin Yuan-hui, Wang Xiao-tian, et al. GJB3287-98 Approval test procedure of riot control ammunition [S]. Commission of science, technology and industry for national defence of the people's Republic of China, 1998
- [9] 罗志成.浅谈非致命技术与武器[J].警察技术,2007,(03):62-64
- Luo Zhi-cheng. Brief introduction of nonlethal technique and weapons[J]. Police Technology, 2007,(03):62-64
- [10] 贾小刚,赵雁.防暴动能弹侵彻靶板仿真 [J]. 国防科技, 2011, 266 (1): 6-9
- Jia Xiao-gang, Zhao yan. FEA of riot control kinetic energy ammunitions penetration target board[J]. National Defense Science & Technology, 2011, 266(1): 6-9
- [11] 王文,刘斌胜,赵志亮.防暴动能弹弹丸设计原则 [J]. 山西科技, 2010,25(5):103
- Wang wen, Liu Bin-sheng, Zhao Zhi-liang. Design principles of riot control kinetic energy ammunitions [J]. Shanxi Science and technology, 2010,25(5):103
- [12] 刘开吉.非致命弹药也致命-慎用 9 mm 警用转轮手枪橡皮弹[J]轻兵器,2005,(24):38-39
- Liu Kai-ji. Non-lethal ammunition can be deadly cautious with 9 mm police revolver rubber bullets[J]. Small arms, 2005,(24):38-39
- [13] 向爱和平.防暴枪弹致死 2 例分析[J].中国法医学杂志,2003,18(05): 311
- Xiang Ai-he. Analysis of 2 dead cases of nonlethal riot gun [J]. Chinese Journal of Forensic Medicine, 2003,18(05):311
- [14] 刘荫秋,王正国,马玉媛.创伤弹道学[M].北京:人民军医出版社, 1991:28-33
- Liu Meng-qiu, Wang Zheng-guo, Ma Yu-yuan. Wound ballistic[M]. Beijing: People's Medical Officer Press, 1991:28-33
- [15] 王克臣,孙晓棕,王维广,等. GJBZ20262-95《防暴动能弹威力标准》[S].北京:中国人民解放军总参谋部,1995
- Wang Ke-chen, Sun Xiao-zong, Wang Wei-guang, et al. GJBZ20262-95 Power standard for riot control kinetic energy ammunitions [S]. Beijing: the General Staff Department of the People's Liberation Army (PLA), 1995
- [16] 公安部装备财务局.防暴枪操作教程[M].北京:中国人民公安大学出版社,2009:1-9
- Equipment and Finance Bureau of Ministry of Public Security. Operating tutorial of baton guns [M]. Beijing: China People's Public Security University Press, 2009:1-9