DOI:10.16016/j.1000-5404.2001.04.004
第23卷第4期 第三军医大学学报 Vol. 23, No. 4
2001年4月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Apr. 2001

文章编号:1000-5404(2001)04-0381-03

论著

超高速破片对生物杀伤能力的评价标准初探

陈 菁,李兵仓,王建民,张良潮,吴国萍,陈志强,陈向阳 (第三军医大学附属大坪医院野战外科研究所第六研究室,重庆 400042)

提 要:目的 通过观察超高速武器对生物的杀伤特点,对其杀伤能力的评价进行初步探讨,为其防治和武器设计提供实验依据。方法 采用雄性华南犬9只,通过某型爆炸枪分别以15 360、12 643和8 144 J能量的超高速破片致伤动物,观察动物局部伤情特点和全身主要脏器改变。结果 15 360 J和8 144 J能量的超高速破片所致损伤程度较为接近,且明显重于12 643J能量的破片所致伤情。结论 超高速破片的杀伤力与质量、碰击动量密切相关,而与碰击能量无明显联系,动量越大,杀伤力越强。

关键词:超高速破片;杀伤能力;定量评价标准
中图法分类号:R826.5 文献标识码:A

Study on the evaluation of the execution of super high velocity fragment

CHEN Jing, LI Bing-cang, WANG Jian-min, ZHANG Liang-chao, WU Guo-ping, CHEN Zhi-qiang, CHEN Xiang-yang (Research Institute of Field Surgery, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China)

Abstract: Objective To provide experimental basis for the weapon design by means of observing the injury by super high velocity fragments. Methods Nine male Huanan dogs were wounded by super high velocity aluminium bullet shot from an explosive gun with the energy of 15 360, 12 643 and 8 144 J respectively, the degree of injury of local tissues and the pathological changes of main organs were observed. Results The injury degree of local tissue wounded by the super high velocity fragment of 15 360 J was similar to that of 8 144 J, and was more severe than that of wound by 12 643 J. Conclusion The injury degree is closely related to the mass and the momentum of the super high velocity fragment, the more the momentum is, the greater the execution is. No significant relationship exist between the injury degree and the energy.

Key words: super high-velocity fragment; execution; criterion

随着现代武器性能和速度的不断提高,其毁损效应和损伤程度都十分严重[1,2]。致伤能量、速度、质量、形状等各致伤物理参数对破片杀伤力的影响程度也出现了不同于常速破片的特点。在常规武器致伤机制及其救治原则的研究日趋成熟的情况下,为满足未来高技术局部战争条件下战创伤救治的需要,适应武器弹药向超高速发展的趋势,本研究对以速度显著提高为主要特点的超高速(2 330~4 250 m/s)破片的杀伤能力的评价进行初步研究,旨在为武器设计和战伤救治奠定基础。

1 材料与方法

1.1 实验动物和武器

雄性华南犬9只,体重11~18 kg,3%戊巴比妥钠静脉麻醉,颈动脉静脉插管测量血压及取静脉血备用。双后肢肌肉丰满处剪毛,上下端捆绑,置于致伤架上致伤。超高速武器用中国工程物理所研究院研制的Ⅰ-106-46爆炸枪代替。

1.2 动物分组及致伤

实验动物随机分为3组,每组3只。Ⅰ组:铝质弹丸重3.0 g,速度3 200 m/s,能量15 360 J;Ⅱ组:铝质弹丸重1.4 g,速度4 250 m/s,能量12 643 J;Ⅲ组:铝质弹丸重3.0 g,速度2 330 m/s,能量8 144 J;致伤部位为双后肢左侧肌肉丰满处,射击距离爆炸枪为25 cm。射击方向自左向右肢。

1.3 观察指标

致伤前与后30 min以内测量动物体温、心率、呼吸、血压等一般生命体征,同时测量伤道入、出口缺损面积,并按"4C"法实施清创,清除的坏死组织予以称重。所有动物无论死亡与否均于伤后30~60 min内活杀做病理解剖,重点观察伤道内肌肉、骨骼、血管、神经等的损伤程度和范围,以及体腔内各脏器的损伤情况。

2 结果

2.1 一般生命体征的观察

伤前生命体征平均值为体温37.5 ℃,脉搏166次/min,呼吸15次/min,血压141 mmHg。虽然动物受伤后局部伤情十分严重,但无1例即刻死亡。体温、脉搏、血压较伤前降低,以血压降低最为明显,分别为36.5 ℃、136次/min、66 mmHg,呼吸由伤前15次/min增至24次/min。

2.2 局部损伤情况

超高速武器致伤后,所有动物局部损伤都非常严重,但就双侧肢体来说,均为盲管伤,就单侧肢体而言,左侧(入口肢)多为贯通伤,右侧(出口肢)多为盲管伤。其中Ⅰ、Ⅲ组动物的左入口肢不仅基本离断,且有大面积缺损,右出口肢则为盲管伤,并有不同程度的组织缺损。少数动物局部有燎毛现象。有4只动物的双侧肢体基本完全离断,仅有皮肤相连,伤道内肌肉呈条索状,左侧股骨全部呈较长的粉碎性缺损。坐骨神经外形仍较完整,肿胀和出血现象不明显。第Ⅱ组动物的局部损伤程

基金项目:全军医药卫生科研基金面上课题(98M087)
作者简介:陈 菁(1968-),女,广东省兴宁市人,硕士,助理研究员,主要从事生物医学工程方面的研究。电话:(023)68757436
收稿日期:2000-09-30;修回日期:2000-12-07

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

度较前两组轻，仅左肢部分软组织缺损，右肢呈管形盲管伤。

2.3 动物局部损伤特征量与致伤物理量的关系

各组动物局部缺损面积、坏死组织清除量及其与致伤物理量的关系，见表1。各组动物局部缺损面积与各致伤物理量之间的相关系数采用相关检验计算，动物局部损伤特征量与破片质量和动量相关显著（$r=0.99$，$r=0.71$），尤其与弹丸质量关系最为密切，而与速度、能量相关不显著（$r=0.90$，$r=-0.16$）。由于超高速弹丸侵彻犬双后肢时肌肉组织发生崩溅现象，使实际清除的坏死组织量已不能反映真实的坏死组织量，故表中未列出清创量与各致伤物理量之间的相关系数。

表1 局部缺损面积、坏死组织清除量与致伤物理量的关系

Tab 1 Comparison of the local defect area quantity of necrotic tissue removed and physical wounding parameters

Fragment mass(g)	Velocity(m/s)	Kinetic energy(J)	Momentum(kg·m/s)	Absent area(cm^2)		Debridment quantity(g)	
				Left(entrance)	Right(exit)	Left(entrance)	Right(exit)
3.0	3 200	15 360	9.60	223.33±72.76	63.09±101.29	312.50±53.03	161.00±57.98
1.4	4 250	12 643	5.95	124.00±22.54	/	353.66±93.18	/
3.0	2 330	8 143	6.99	225.67±32.32	14.53±20.87	181.33±77.88	196.00±51.26

2.4 伤道内壁压力与致伤物理量的关系

伤道形成瞬间的情况见图1。

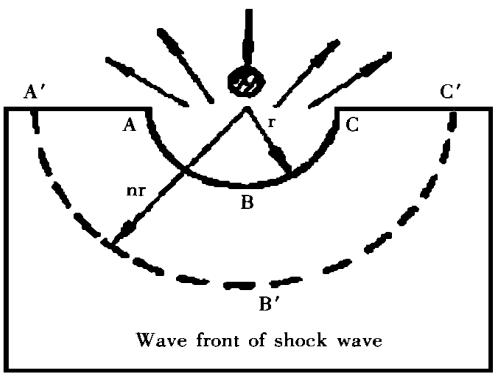


图1 伤道形成瞬间的情况

Fig 1 Condition of the moment when the wound track was forming

超高速破片侵彻犬双后肢时，肌肉组织向四周飞溅，在伤道形成的瞬间（崩溅从出现到结束的瞬间），其动量变化为

$$\triangle mv = m_p v_p + (mv)_f$$

式中，m_p 破片的质量，v_p 是破片的初速，$(mv)_f$ 是飞溅的动量。在此瞬间，冲击波传播到图1所示的半球形 A′ B′ C′，根据动量守恒定律，$\triangle mv$ 应等于半球面 ABC 与 A′ B′ C′ 之间的材料所获得的动量，因此有

$$\int_{r_0}^{nr_0} 2\pi r^2 \rho_t v_c dr = m_p v_p + (mv)_f \qquad (1)$$

由于 $p_c = \rho_t c_t v_c$，$v_c = p_c / (\rho_t c_t)$。如果 $p_c = p_{c0} r_0^2 / r^2$，则

$$v_c = \frac{p_{c0} r_0^2}{\rho_t c_t r^2} \qquad (2)$$

式中，v_c 是伤道冲击波波后的质点速度。将(2)式代入(1)式中得积分

因此

$$p_0 = \frac{m_p v_p + (mv)_f}{2\pi r_0^3 (n-1)} \qquad (3)$$

假设理想情况下孔洞为半球形，则因为

$$(mv)_f = \frac{2}{3}\pi r_0^3 \rho_t v_f$$

而有

$$p_{c0} = \frac{1}{n-1}\left(\frac{m_p v_p}{2\pi r_0^3} + \frac{\rho_t v_f}{3}\right) \qquad (4)$$

只要测出崩溅的平均速度 v_f 以及 n 值，由(3)式或(4)式便可求出伤道内壁的压力 P_{c0}。由(4)式可推断，伤道形成的瞬间其内壁压力与弹丸的初始动量（$m_p v_p$）呈正相关，即动量越大，伤道内壁压力越大。

3 讨论

自本世纪初到二次世界大战结束，各国在评定投射物的杀伤能力上多采用动能标准[2]。50年代起美国开始用新的判据即“一次随机命中执行特定任务的士兵在规定时间内丧失战斗力的条件概率”作为评定破片杀伤能力的依据，并且采用威布尔概率分布函数表示，即 $P = 1 - e^{-a(mv\beta - b)^n}$，当满足一定的前提时，可得出“当破片的动能不变时（$mv=c$），破片的致伤能力是随动量（mv）的增大而增加”的结论。这与国内有关单位的试验结果不符[3]。从我国有关单位采用不同质量的钢球对生物与非生物靶试验结果看，当碰击动能相同时，质量小而速度高的钢球致伤能力大。另一方面，对于不同质量的钢球，当碰击动能相同时，动量大的钢球其致伤能力比动量小的要小。

本实验采用的破片质量大，速度远高于常速破片，其致伤效应和杀伤能力都出现了不同于常速破片的特点。实验结果显示，动物的局部伤情与投射物的动量，特别是质量的关系最为密切，而与其碰击能量、速度之间的关系不明显。实验结果还显示，局部伤情与投射物的动量相关：第Ⅱ组的能量虽然小于第Ⅱ组，但其动量却大于第Ⅱ组，损伤也较第Ⅱ组动物的为重。在超高速投射物致伤条件下，其杀伤能力是随着动量和质量的增加而增大的；动量的大小，又与投射物质量增加关系较大，而与速度增加关系较小。从本实验的病理解剖来看，脏器损伤情况也与碰击动能无明显关系。

根据超高速冲击理论[4]，投射物超高速撞击瞬间，在靶标与投射物内分别产生两道强冲击波，冲击波波阵面区域内的材料在冲击波压力作用下体积膨胀很大，而此时压力尚未传到波阵面以外的区域，其结果使得冲击波波阵面区域内的材料以非常高的速度飞出去，在靶标内形成孔洞。随后冲击波快速传播，压力急剧下降。随着孔洞内压力下降，崩溅物的飞散速度也很快下降。根据动量守恒定律推导出投射物以超高速

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

撞击靶标时孔洞形成瞬间其内壁压力为

$$p_{c0}=\frac{1}{N-1}\left(\frac{m_p v_p}{2\pi r_0^3}+\frac{\rho_t v_f}{3}\right)$$

该关系式表明孔洞内壁压力与弹丸的初始动量($m_p v_p$)呈正相关,即动量越大,伤道内壁压力越大。本实验中靶标为犬双后肢肌肉丰满处,密度基本均匀,虽然其原发伤道的形状不可能为标准的半球形,但根据(3)式,仍可得出伤道内壁压力与弹丸的初始动量($m_p v_p$)呈正相关的结论。已有研究证实,冲击压力波越强,对肌体的损伤越重。换言之,破片的初始动量越大,对肌体的损伤越重。

本实验结果和理论推导均表明,由于超高速武器的速度几倍于常规武器,其致伤过程具有不同于常规武器的特点,因此可采用投射物的初始动量作为评价其杀伤能力的指标。本次实验因客观条件的限制动物例数偏少,对动量大小与伤情的关系未能得出定量描述,且由于本次实验中采用的铝质弹丸密度低、易破碎,如采用其它材料的弹丸,实验结果可能不尽相同。对于不同材料的超高速投射物的杀伤能力的定量评价标准有待进一步研究。

参考文献:

[1] 汤世海,贺声华,任懋榆. 高技术武器致伤特点及其救治原则[J]. 人民军医, 1998, 41(9): 498－499.
[2] 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. 91－92.
[3] 王昌仁,李天升. 钢质球形破片对人员的杀伤判据及其有关问题[J]. 轻兵器, 1991, (2): 26－28.
[4] 马晓青. 冲击动力学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1992. 374－378.

(编辑　薛国文)

文章编号: 1000-5404(2001)04-0383-01

经验与短篇

阻塞性睡眠呼吸暂停综合症患者咽组织内 P 物质的免疫组化研究

Immunohistochemical study of substance P in the pharyngeal tissue of patient with obstructive sleep apnea syndrome

李　红,孟祥贵,杨　桦　(第三军医大学附属新桥医院耳鼻咽喉科,重庆 400037)

阻塞性睡眠呼吸暂停综合症(Obstructive sleep apnea syndrome, OSAS)主要是由于夜间睡眠时上气道狭窄阻塞通气反复发作导致低氧、高碳酸血症,临床上以睡眠时打鼾、憋气、白天嗜睡、乏力,伴随全身多系统损伤的一种综合症。国内外尚未阐明 OSAS 发病机制,近年来国外学者报道咽部组织中神经肽类物质介导的神经源性炎症引起咽部反射机制缺陷和局部组织损伤在 OSAS 发病机制中起重要作用,国内尚未见报道。本研究拟就咽部组织中 P 物质分布、含量变化作相关研究,为寻找更有效的方法治疗 OSAS 病打下理论基础。

1　材料和方法

1.1　病例选择

OSAS 组: 1997 年 9 月至 1999 年 5 月在我院住院经临床检查和多导睡眠监护仪(Polysommnography, PSG)检查确诊为 OSAS 病,经手术治疗的 OSAS 患者 24 例,其中男 22 例,女 2 例;年龄为 23～60 岁,平均 50 岁;病程 3～20 年,平均 15 年。主要症状为睡眠时打鼾、憋气、白天嗜睡。对照组: 12 例经临床检查和 PSG 检查无 OSAS 病的健康成年人自愿咽部活检取得组织。其中男 11 例,女 1 例;年龄为 25～50 岁,平均 45 岁。

1.2　免疫组化研究

1.2.1　试剂　　兔抗 SP 抗体、SPtm 试剂盒(购于北京中山公司)。

1.2.2　取材、固定、包埋　　手术切取咽部软腭、悬雍垂标本后,PBS 液冲洗后立即投入 4% 多聚甲醛液固定 24 h,梯度酒精脱水,石蜡包埋。4 μm 切片。

1.2.3　免疫组化染色　　应用过氧化物酶标记的链霉卵白素(Streptavidin-peroxidase)染色法。具体操作步骤按 SPtm 试剂盒说明书进行。用正常血清代替一抗作阴性对照。

1.2.4　结果分析　　应用半定量分析,实验组切片 24 张,对照组切片 12 张。判定标准: 阴性(－): 视野中未见阳性表达;弱阳性(＋): 视野中见较弱的阳性物质表达;阳性(＋＋): 视野中有较明显的阳性物质表达;强阳性(＋＋): 视野中呈较强阳性物质表达,甚至呈黑色。

2　结果

P 物质在 OSAS 患者咽组织内分布是: 位于粘膜上皮细胞的胞浆内和细胞间;在固有层小血管内皮细胞以及血管平滑肌内;唾液腺腺泡以及腺导管上皮胞浆中、腺体上皮基底膜;周围神经末梢中。结果表明 P 物质在 OSAS 组粘膜上皮层、小血管内皮细胞周围、腺泡及导管上皮周围内 SP 表达强度明显增加,差异有显著性意义。

3　讨论

P 物质属肽能神经递质,已有报道 P 物质在上气道中的喉

(下转 386 页)

作者简介: 李　红(1968－),男,四川省西充市人,硕士,主治医师,讲师,主要从事睡眠相关医学方面的研究。电话: (023)68755000-74611

收稿日期: 2000-04-28;修回日期: 2000-10-20

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