

低致命性大口徑彈丸 殺傷力之研究

李協昌／內政部警政署刑事警察局鑑識科槍彈股股長
陳全儀／內政部警政署刑事警察局鑑識科槍彈股警務正
孟憲輝／中央警察大學鑑識科學學系教授

摘要

低致命性武器射出之大口徑彈丸穿透力較弱，主要創傷機制為彈道鈍傷，無法以我國現有的殺傷力判定標準研判其殺傷力。國外學者提出的彈道鈍傷致命機率計算公式，不但以拋射體動能為判斷基礎，更將被射擊者的生理特徵納入考量，是訂定彈道鈍傷殺傷力的良好標準。本文針對國內常見的17 mm鎮暴槍和漆彈槍、12.5 mm鎮暴手槍、18 mm和25 mm氣炮槍進行試射，測定彈丸射速，計算其動能和動能密度。並將被射者標準體重訂為49.8公斤，被射部位訂為皮肉脂肪層厚度5 mm的顳部，計算彈道鈍傷致命機率，以50%之致命機率為殺傷力判定標準。結果發現，所有試射槍枝射出彈丸動能密度均未達我國現有殺傷力判定標準 20 J/cm^2 。但有一枝12.5 mm鎮暴手槍射出之部分彈丸，致命機率略高於50%，一枝25 mm氣炮槍射出之所有彈丸，致命機率均高於93%，顯示此等彈丸均達彈道鈍傷之殺傷力判定標準。另以含皮帶肉豬背脊骨為標的進行試射，結果證明25 mm氣炮槍射出彈丸可造成彈道鈍傷。證實我國司法實務以彈丸具備穿入人體皮肉層的動能密度作為殺傷力判定標準實欠周全，應另訂定彈道鈍傷的殺傷力判定標準，以便正確評估低致命性大口徑槍彈的殺傷力。



關鍵詞

槍彈鑑識、低致命性武器、 大口徑彈丸、彈道鈍傷、殺傷力

壹、前言

為「維護社會秩序、保障人民生命財產安全」，我國根據「槍砲彈藥刀械管制條例」（以下簡稱「槍砲條例」）對非法武器實施嚴格管制。「槍砲條例」除列舉管制各類型制式槍砲外，為免遺漏，尚概括管制「其他可發射金屬或子彈具有殺傷力之各式槍砲」。「殺傷力」一詞為「槍砲條例」首創之概念，並無明確之定義或標準化之鑑定程序。為平息因「殺傷力」定義不清所產生之訴訟爭議，司法院特別函示「殺傷力的標準為在最具威力的適當距離，以彈丸能穿入人體皮肉層之動能為基準。」此一定義係以彈丸的動能作為判定槍彈殺傷力的科學化認定標準，在實務上明確可行。

不過槍砲射出彈丸的創傷機制並非單一，輕兵器射出之彈丸，口徑小、射速高，穿透力強，係以侵徹方式形成穿刺傷。有文獻⁽¹⁾指出穿入人體皮膚之動能密度約 10.09 J/cm^2 ，另有文獻⁽²⁾指出穿透人體皮肉層之動能密度 16.51 J/cm^2 至 20.87 J/cm^2 間，我國的穿刺性槍傷殺傷力判斷標準採 20 J/cm^2 。但大口徑低射速的鈍體彈丸穿透力較弱，主要創傷機制為彈道鈍傷（blunt ballistic impact trauma）。大口徑彈丸擊中人體時，雖不穿入體內，但仍導致撞擊面凹陷，並產生壓力波傳入人體，傷害體內組織和器官，可造成頭部之顱骨骨折、腦震盪或腦部挫傷等。在軀幹則可造成皮下出血、挫傷、內臟出血、肋骨骨折、骨碎片刺穿內臟等創傷。因此，曾有文獻提出⁽³⁾，美國國防部所發展的鈍傷判定標準（blunt criterion, BC）是評估彈道鈍傷的客觀標準，不但以拋射體動能為判斷基礎，更將被射擊者的生理特徵納入考量，充分區別不同個體耐受衝擊能力的生理差異⁽⁴⁾。其計算公式如下：

$$BC = \ln [1/2 \cdot m \cdot v^2 / M^{1/3} \cdot T \cdot d] \quad \textcircled{1}$$

其中 m 、 v 和 d 是拋射鈍體的質量、速度和直徑， M 和 T 是被衝擊身體的總質量和衝擊部位的皮肉脂肪層厚度。

由Sturdivan發展出來的BC鈍傷判定標準也被應用於訂定預測彈道鈍傷致命機率的公式⁽⁵⁾，此公式經修飾成使用公制單位進行運算⁽⁶⁾，成為十分方便的彈道鈍傷判斷標準，其公式如下：

$$P(L) = \{ 1 + \exp[39.9192 - 3.597 \cdot \ln(E/M^{1/3} \cdot T \cdot d)] \}^{-1} \quad \textcircled{2}$$

其中 $P(L)$ 為致命機率， E 和 d 分別為拋射鈍體動能和直徑， M 和 T 是被衝擊身體的總質量和衝擊部位的皮肉脂肪層厚度。計算單位為公斤、公尺和秒。

針對低致命性大口徑槍砲進行試射，測定射出彈丸動能密度，再訂出判定殺傷力用之標準。皮肉脂肪層厚度和標準體重值，即可根據公式②計算出受測武器之致命機率。只要經鑑識實務和司法實務機關取得共識，訂出判定殺傷力的致命機率標準，即可回推計算出特定口徑彈丸的殺傷力判定動能閾值。

根據國外文獻報導，常造成彈道鈍傷的大口徑低致命性武器的拋射體包括橡膠彈丸和催淚瓦斯彈。2000年10月以色列警察處理以阿衝突的群眾暴動時，射擊大量低射速橡膠彈丸⁽⁷⁾，使用的橡膠彈丸有兩種，一種是RCC-95橡膠彈，彈丸構造為圓柱形容器內含3個圓柱形彈丸，每個彈丸由0.2公分厚橡膠包覆金屬核組合而成，直徑1.8公分，總質量48g。固定於M-16步槍槍口進行發射，槍口射速130 m/s，射出後3顆彈丸分開，每顆彈丸的動能密度53 J/cm²。為避免造成嚴重傷亡，並有效制止暴亂，建議之射擊距離為40至70公尺。第2種是MA/RA 88彈丸，由15顆含金屬核的球形橡膠彈丸組成，每顆直徑1.7公分，質量17g。槍口射速78 m/s，每顆彈丸的動能密度23 J/cm²。有效射程30至80公尺，在射程50公尺左右時，射出彈丸呈直徑約7公尺的圓形散佈面。

研究人員從送醫治療的595人中確認出152個由橡膠彈丸造成創傷的傷患，其中151個男性、1個女性，年齡11到59歲。152人中93個傷患（61%）受有彈道鈍傷，59個（39%）受有穿刺槍傷，顯示動能密度稍高之橡膠彈丸仍可造成穿刺槍傷。所有傷患共有201個創傷，隨機分布於全身各部位。位於四肢者73個，頭、頸和臉部者61個，胸部者39個，背部者16個，腹部者12個。研究發現創傷嚴重程度取決於彈丸的彈道特性（如質量、形狀和射速）、射擊距離和撞擊部位，受傷者中有2位因為橡膠彈丸穿過眼睛，進入腦部，而致死。在傷者中，許多都因橡膠彈丸精準度低、瞄準部位不當和射擊距離太近，導致嚴重創傷或死亡。

橡膠彈除了用於控制群眾暴力活動外，也常用於對付有暴力攻擊行為的個別犯嫌。Wahl等人報導一個瑞士警方處理家暴案時射擊橡膠彈的案例⁽⁸⁾，一個精神狀況不佳的25歲男性犯嫌持30 cm長刀與警對峙，並持刀自殘。警察使用手槍型發射器朝犯嫌射擊單一彈丸的Flash-Ball橡膠彈，以制止其暴力行為。射出彈丸直徑44 mm，質量28 g，動能密度11.05 J/cm²，射擊距離2公尺。結果擊中犯嫌前胸，造成一個大面積挫傷型態的彈道鈍傷，經送醫治療結果無生命危險。在另一案例中，一個22歲的男性因參加政治示威活動，遭警察發射每發彈藥含9顆直徑17 mm橡膠彈丸的Flash-Ball子彈。結果下肢和腹部共遭受10個挫傷型態的彈道鈍傷，由於一發彈藥僅有9顆橡膠彈丸，該年輕人顯然至少遭兩發彈藥擊中。

Chowaniec等人報導一個波蘭警察射擊橡膠彈處理家庭暴力的案例⁽⁹⁾。1位60歲酒醉男子持斧頭喧鬧破壞家具，警方獲報前往處理，男子手持斧頭與警察相距5公尺對峙，並向前進逼企圖攻擊警察，遭警察以12 GA散彈槍射擊4發橡膠彈致命。橡膠彈丸均穿入軀幹，其中腹部和胸部各2個射創，左胸射創之橡膠彈射穿肺部，射入心臟為致命原因。射擊之橡膠彈丸包括直

徑17 mm、質量4.5 g、射速107 m/s的單一球形彈丸，直徑18.8 mm、質量8.0 g、射速116 m/s的單一火箭型彈丸，一發子彈含8顆直徑8 mm、質量0.3 g、射速215 m/s的獵鹿彈丸等共3種。製造廠建議之安全射擊距離為20公尺，此時彈丸動能密度在11.5 到 17 J/cm²間，不會射穿人體皮肉層。但本案警察射擊時與犯嫌距離5公尺，故造成致命性穿刺傷。

催淚瓦斯彈也是警察常用的低致命性武器，Wani等人報導了5個18歲以下印度男子因參加群眾活動，遭警察射出之直徑40 mm、長13公分、質量150 g的金屬材質催淚瓦斯彈丸擊中頭部的案例⁽¹⁰⁾。其中2人顏面骨折及挫傷，經治療後復原良好。1人大腦浮腫及蜘蛛膜下腔出血，僅保守性治療，結果死亡。1人顳骨骨折及硬腦膜下血腫，雖經治療仍成為植物人。1人硬膜外輕微血腫，經治療後復原良好。40 mm口徑催淚瓦斯彈射速約75 m/s，動能密度約33.6 J/cm²。此種大質量、射速慢的金屬拋射體，射擊距離太近時，若擊中頭部即可造成極為嚴重之彈道鈍傷。

Corbacioglu等人報導了3個成年男子在敘利亞內戰期間遭40 mm催淚瓦斯彈擊中臉部的案例⁽¹¹⁾，該文並未提及該次射擊之催淚瓦斯彈的彈丸特徵和彈道特性，因40 mm催淚瓦斯彈為各國常用之制式低致命武器，研判其彈道特性應與前段Wani等人報導之案例所用者極為相近。在3個案例中，金屬材質的催淚瓦斯彈都從正面或側面射穿被害人臉部皮肉層，擊碎顏面骨，穿入頭部達相當深度。催淚瓦斯彈雖未射入頭顱腔，且均經送醫急救治療，但其中2人不治死亡。

目前國內市面販售及執法機關使用的鎮暴槍（口徑12.5到17 mm）、口徑17 mm的漆彈槍、遊樂場用的氣炮槍（口徑18或25 mm），均屬可發射大口徑低致命性彈丸的槍砲。鑑定此類槍砲殺傷力時，先以監測鋁板進行初篩試驗，射出彈丸貫穿監測鋁板者，再進行動能測試。彈丸動能密度低於20 J/cm²者，即判定為不具殺傷力，不屬管制槍枝。但從國外的案例可知，大口徑低致命性彈丸仍可能造成彈道鈍傷或穿刺槍傷。因此，本文就國內常見的鎮暴槍和氣炮槍進行試射，計算射出彈丸的致命機率，作為訂定彈道鈍傷殺傷力判定標準之參考。並以含皮或不含皮帶肉豬背脊骨為標靶，使用氣炮槍及鋼質球形彈丸進行試射，觀察大口徑低射速彈丸在帶肉豬背脊骨所造成的創傷彈道破壞現象。

貳、實驗部分

一、實驗器材

（一）試射槍枝

1.送鑑鎮暴槍及漆彈槍

口徑17 mm鎮暴拐棍槍



1枝（圖一），無廠牌型號標記，以小型液化二氧化碳高壓鋼瓶為發射動力，編號01。Maxtract TGR One MK2 Mod1型漆彈槍1枝（圖二），口徑17 mm，以外接高壓氣體鋼瓶為發射動力，編號02。Black Bear型漆彈槍1枝（圖三），口徑17 mm，以外接高壓氣體鋼瓶為發射動力，編號03。口徑17 mm鎮暴手槍1枝（圖四），無廠牌型號標記，以小型液化二氧化碳高壓鋼瓶為發射動力，編號04。

2. 執法機關用鎮暴槍

Umarex T4E HDR50型轉輪式鎮暴手槍3枝，口徑12.5 mm，以小型液化二氧化碳高壓鋼瓶為發射動力，編號分別為05、06和07，代表性轉輪式鎮暴手槍如圖五。

3. 氣炮槍

口徑18 mm及25 mm機槍型氣炮槍各3枝，無廠牌型號標記，以外接高壓氣源為發射動力，電磁閥為進氣控制裝置，編號分別為08、09、10、11、12和13，代表性氣炮槍如圖六。

（二）試射用彈丸

直徑17 mm，質量7.16 g之鋁質球形彈丸若干顆。直徑12.5 mm，質量1.88 g之塑膠質球形彈丸若干顆。直徑17.54 mm，質量7.8 g之鋁質球形彈丸若干顆。直徑25 mm，質量64 g之鋼質球形彈丸若干顆。

（三）彈丸測速器

本文之彈丸測速設備有3個：一為Oehler Research廠牌 Model 57型光柵式彈丸測速器（美國製，內含Model 35P計時器），另一為Kurzeit 廠牌BMC 19型光柵式彈丸測速器（德國製），第三個是Photron廠APX RS型高速攝影機（日本製），拍攝速度為24,000 f/s時解析度512 × 344，拍攝速度36,000 f/s時解析度512 × 128。



圖一、編號01之17 mm無廠牌型號標記鎮暴拐棍槍外觀。



圖二、編號02之17 mm Maxtract TGR One MK2 Mod1型漆彈槍外觀。



圖三、編號03之17 mm Black Bear 漆彈槍外觀。



圖四、編號04之17 mm無廠牌型號標記鎮暴手槍外觀。



圖五、編號06之Umarex T4E HDR50型轉輪式鎮暴手槍外觀。



圖六、編號10之18 mm無廠牌型號標記機槍型氣炮槍外觀。

二、實驗方法

(一) 送鑑鎮暴槍及漆彈槍試射

使用前述之送鑑鎮暴槍及漆彈槍，射擊直徑17 mm的鋁質球形彈丸，並進行高速攝影，以測定彈丸射速。試射時以厚度0.55 mm的監測鋁板為標靶，試射後觀察監測鋁板的穿透情形。計算射出彈丸動能密度，並根據下述(四)之條件及公式②計算射出彈丸致命機率。

(二) 執法機關用鎮暴槍及氣炮槍試射

執法機關用轉輪式鎮暴手槍3枝，射擊直徑12.5 mm的塑膠質球形彈丸，每枝槍試射10顆彈丸。試射時使用Kurzeit BMC 19型光柵式彈丸測速器進行測速，計算射出彈丸動能密度及射出彈丸致命機率。

口徑18 mm及25 mm氣炮槍各3枝，分別使用直徑17.54 mm鋁質球形彈丸和直徑25 mm鋼質球形彈丸進行試射。試射時使用Oehler Model 57型光柵式彈丸測速器進行測速，計算射出彈丸動能密度及射出彈丸致命機率。

(三) 氣炮槍帶肉豬背脊骨試射

選定射出彈丸動能密度最高之氣炮槍，以含皮或不含皮之帶肉豬背脊骨為標靶，使用氣炮槍及鋼質球形彈丸進行試射。試射時使用Kurzeit BMC 19型光柵式彈丸測速器進行測速，計算射出彈丸動能密度及射出彈丸致命機率，並觀察帶肉豬背脊骨的創傷彈道破壞現象。

(四) 致命機率計算

本文以衛生福利部公布之我國14歲女性平均體重49.8公斤為標準體重⁽¹²⁾，彈丸衝擊部位設為顛部，以顛部皮肉脂肪層厚5 mm為標準厚度，再根據各種常見低致命性武器之試射測速結果，依據公式②計算出致命機率。

參、結果與討論

一、17 mm鎮暴槍及漆彈槍試射

編號01至04之17 mm口徑鎮暴槍及漆彈槍試射鋁質球形彈丸結果，測得之彈丸射速，計算得之動能、動能密度和致命機率，以及監測鋁板貫穿情形如表一所示。

表一、17 mm鎮暴槍及漆彈槍試射測得及計算得數據及監測鋁板貫穿情形

編號	射速, m/s	動能, J	動能密度, J/cm ²	致命機率, %	監測鋁板
01	56.0	11.2	4.93	10.0	貫穿
02	54.0	10.4	4.58	8.3	貫穿
03	57.7	11.9	5.24	12.1	貫穿
04	55.4	11.0	4.85	9.4	貫穿

表一數據顯示，4枝送鑑之口徑17 mm鎮暴槍及漆彈槍射出彈丸動能在10.4 J到11.9 J間，動能密度在4.58 J/cm²到5.24 J/cm²間。我國槍彈殺傷力判定標準採取日本科學警察研究所的研究結果，認定動能密度達20 J/cm²以上之彈丸，即可穿入人體皮肉層而具殺傷力⁽¹³⁾。但根據多個國外研究結果顯示，貫穿人體皮肉層所需比動能並非定值，而是在16.51到20.87 J/cm²間變化⁽²⁾，顯示彈丸動能密度達約16 J/cm²以上，即具備殺傷力。編號01至04鎮暴槍及漆彈槍試射結果，彈丸動能密度都遠低於16 J/cm²和20 J/cm²。因此，從能否造成穿刺槍傷的角度觀之，此等鎮暴槍及漆彈槍都不具殺傷力。

本文另計算試射槍枝造成彈道鈍傷之致命機率，並以全體人口中較瘦弱者之體重49.8公斤為標準體重，以人體皮肉脂肪層最薄之顳部（厚度5 mm）為標準厚度。顳部皮肉脂肪層下方即為顳動脈，動能足夠之拋射鈍體若擊中顳部，即可能造成顳動脈斷裂，引起大量失血，或導致顳骨骨折，傷及大腦而致命。本文使用4枝鎮暴槍及漆彈槍試射直徑17 mm鋁質球形彈丸結果，計算得於顳部造成彈道鈍傷的致命機率在8.3%到12.1%間，顯示其致命性並不高。若以50%之致命機率作為彈道鈍傷的殺傷力判定標準，則此等鎮暴槍及漆彈槍均可研判為不具殺傷力。

以直徑6 mm之鋼珠試射0.55mm厚的監測鋁板時，其貫穿動能密度為15.8 J/cm²⁽¹⁴⁾。但本文以直徑17 mm之鋁質球形彈丸射擊0.55mm厚的監測鋁板時，動能密度低至4.58 J/cm²即可貫穿鋁板。結果顯示該規格之監測鋁板並不適合用於大口徑低射速彈丸的動能初篩測試。有文獻指出鋁板的彈道極限受到鋁板的直徑（D）與彈丸直徑（d）比值（D/d值）的影響，對於相同類型的彈丸，較低的D/d值會降低鋁板彈道極限。該文獻指出射擊圓鈍彈丸時，D/d值若小於10，鋁板彈道極限之降低即非常明顯。當D/d值大於10時，鋁板彈道極限受D/d值之影響即變得不明顯⁽¹⁵⁾。本文的監測鋁板尺寸為10 cm × 10 cm，D可視為10 cm，射擊6 mm鋼珠時之D/d值約16.7，遠大於10。射擊17 mm鋁質球形彈丸時，D/d值約5.9，遠小於10。因此，若欲使用厚度0.55 mm的監測鋁板進行17 mm鋁質球形彈丸之初篩試驗，鋁板邊長須達約28公分，貫穿動能密度才會與15.8 J/cm²相近。

二、12.5 mm鎮暴手槍試射實驗

試射3枝Umarex T4E HDR50型轉輪式鎮暴手槍，每枝槍試射10顆球形塑膠彈丸，量測每次射擊彈丸之射速，並求取10次射速的平均值。再根據每枝槍試射測得射速之最大值、最小值和平均值，分別計算其動能、動能密度和致命機率如表二。試射時使用全新小型高壓鋼瓶開始射擊，第一顆彈丸之射速最高，隨射擊次數增加，測得彈丸射速逐漸降低。



表二、3枝轉輪式鎮暴手槍試射測得射速最大值、最小值和平均值及計算得動能和致命機率

編號	射速屬性	射速，m/s	動能，J	致命機率，%
05	最大值	121.1	13.79	41.3
	最小值	110.1	11.39	26.2
	平均值	116.74	12.81	35.3
06	最大值	123.5	14.34	44.8
	最小值	109.8	11.33	26.2
	平均值	117.9	13.07	37.0
07	最大值	129.5	15.76	53.3
	最小值	115.8	12.61	33.7
	平均值	123.01	14.22	43.2

從表二數據可知，編號05、06和07等3枝口徑12.5 mm轉輪式鎮暴手槍每枝槍試射10顆彈丸，射出之30顆彈丸動能在11.33 J到15.76 J間，編號05、06和07等槍射出彈丸動能平均值分別為12.81、13.07和14.22 J。3枝槍射出彈丸動能密度則在9.23 J/cm²到12.84 J/cm²間，3枝槍射出彈丸動能密度平均值則分別為10.44 J/cm²、10.65 J/cm²和11.59 J/cm²。所有彈丸動能密度都遠低於16 J/cm²和20 J/cm²。因此，根據我國現行槍彈殺傷力標準進行研判，此等鎮暴槍及漆彈槍都不具殺傷力。

若以50%之致命機率作為彈道鈍傷的殺傷力判定標準，編號05和06槍枝均可研判為不具殺傷力，但編號07槍枝射出彈丸中射速最高者（129.5 m/s）致命機率為53.3%，則已具備殺傷力。另查閱原始數據，編號07槍枝試射彈丸第2和第3高射速分別為128.3 m/s和126.5 m/s，計算得之動能密度分別為12.61 J/cm²和12.26 J/cm²，致命機率分別為51.69%和49.16%。顯示編號07槍枝射出10顆彈丸中，有2顆之動能高於本文所訂之彈道鈍傷殺傷力標準，而具備殺傷力。

若變更彈道鈍傷殺傷力判定標準中被射擊者的生理特徵值，例如改以我國14歲男性平均體重56.0公斤為標準體重，其他條件不變，則計算得前述射速129.5 m/s彈丸的致命機率降為49.83%，恰好略低於彈道鈍傷殺傷力判定標準。若標準體重仍為56.0公斤，射擊部位變更為遭擊中可能產生骨折而刺穿心臟之胸骨，採國外文獻成年男性在該處之皮肉脂肪層平均厚度26.3 mm為標準厚度⁽¹⁶⁾，則前述射速129.5 m/s彈丸的致命機率急遽降為0.25%，可明確判定為不具殺傷力。



此外編號03之17 mm漆彈槍射出彈丸動能11.9 J，比編號05之12.5 mm轉輪式鎮暴手槍射出彈丸最低動能11.39 J略高，但前者之致命機率12.1%，卻低於後者的26.2%。顯示動能相近的彈丸，直徑較大者造成彈道鈍傷的殺傷力較低。

前述在不同條件下射擊大口徑低速彈丸，計算得的彈道鈍傷致命機率顯示，彈道鈍傷的殺傷力不但取決於彈丸的動能，彈丸的直徑、被射擊者的體重和射擊部位也都有明顯的影響，其中射擊部位更是關鍵因素。因此，使用此類低致命性武器時，只要不射擊頭部，其殺傷力即可大幅降低。

三、18 mm及25 mm氣炮槍試射

氣炮槍外形類似重型機槍，以高壓氣體為發射動力，通常僅在遊樂場所供遊樂用。有業者從大陸進口二手的氣炮槍，經警察機關查扣，送請鑑定是否具有殺傷力。本文擇機械功能正常者6枝進行試射，槍枝口徑分成18 mm及25 mm兩種，18 mm空氣炮使用鉛彈丸，25 mm空氣炮使用鋼彈丸進行試射，採測得之最高彈丸射速計算其動能和動能密度。並採標準體重49.8公斤、皮肉脂肪層標準厚度5 mm，計算彈道鈍傷致命機率。試射氣炮槍枝編號、彈丸直徑及試射所得相關數據如表三所示。結果顯示測得彈丸射速均遠低於輕型槍枝射出之高動能彈丸，僅在29.0 m/s到62.4 m/s間。經計算得之彈丸動能最低者僅9.56 J，但最高者達72 J，已接近我國軍方致傷標準78.6 J。因彈丸直徑大於常見輕型槍枝射出彈頭，其動能密度僅在3.95 J/cm²到14.7 J/cm²間，均低於我國穿刺性槍傷之殺傷力判斷標準20 J/cm²。但編號11和12氣炮槍射出彈丸的彈道鈍傷致命機率均高於95%，遠高於本文所暫訂之彈道鈍傷殺傷力標準，可判斷為具備殺傷力。

表三、口徑18 mm及25 mm氣炮槍試射金屬彈丸所得數據

槍枝 編號	彈丸直徑及試射結果				
	直徑，mm	速度，m/s	動能，J	動能密度，J/cm ²	致命機率，%
08	17.54	49.5	9.56	3.95	5.45
09	17.54	62.4	15.1	6.24	22.98
10	17.54	52.1	10.5	4.34	7.47
11	25	46.5	69.3	14.0	95.06
12	25	47.6	72.0	14.7	95.70
13	25	29.0	26.9	5.47	39.26

根據彈道鈍傷致命機率計算結果，選定射出彈丸致命機率最高之編號12氣炮槍，以距槍口3公尺的含皮和不含皮帶肉豬背脊骨為試射標的，試射時以含肋骨部位為射擊目標，根據試射結果評估是否可造成彈道鈍傷。試射之球形鋼彈丸直徑25 mm，測定其射速，計算其動能、動

能密度及致命機率，並觀察是否造成骨折。共射擊5顆彈丸，2顆射擊含皮帶肉豬背脊骨，3顆射擊不含皮帶肉豬背脊骨。試射結果如表四所示。試射鋼彈丸之動能密度均在 12.8 J/cm^2 至 13.6 J/cm^2 間，皆遠低於槍彈殺傷力判斷標準 20 J/cm^2 。依被射者之標準體重49.8公斤，被射部位皮肉脂肪層厚度5 mm計算得之致命機率在93.24%至94.43%間，皆高於50%，研判具殺傷力。若改依被射者之標準體重56.0公斤，被射部位皮肉脂肪層厚度26.3 mm計算，則所得之致命機率在2.97%至3.62%間，皆遠低於50%，研判不具殺傷力。

射擊含皮帶肉豬背脊骨之結果顯示，彈丸雖未能射穿皮膚，但均造成皮肉層下之肋骨骨折，為典型之彈道鈍傷。射擊不含皮之帶肉豬背脊骨時，1顆彈丸穿入厚肌肉層，卡在肌肉中，2顆彈丸擊中肋骨部位，造成骨折斷裂，並射穿標的。此等結果證明，編號12氣炮槍射出彈丸的確具備造成彈道鈍傷之殺傷力。此一結果再度證明，彈道鈍傷的殺傷力與被射擊者的生理特徵密切相關。根據致命機率計算結果訂定彈道鈍傷殺傷力判定標準時，因無法預測射擊時可能擊中之部位，也無法預知可能遭受攻擊者的體重，訂定計算致命機率的標準體重和皮肉脂肪層標準厚度時，必須極為審慎，以免選定過大的標準體重和皮肉脂肪層標準厚度進行計算，判斷為無殺傷力之低致命性槍枝，在實際使用時擊中較瘦弱者皮肉脂肪層較薄之部位，導致傷亡，而發生經鑑定無殺傷力槍枝卻於射擊時造成傷亡之矛盾結果。

表四、25 mm氣炮槍發射鋼珠射擊含皮或不含皮帶肉豬背脊骨試射結果

試射編號	彈丸測得及計算得數據					試射標的	
	速度, m/s	動能, J	動能密度, J/cm^2	致命機率, %		特性	試射結果
B1	44.4	63.0	12.8	93.24#	2.97*	含皮	肋骨斷裂皮未穿
B2	45.2	65.2	13.3	93.98	3.34	含皮	肋骨斷裂皮未穿
B3	44.6	63.6	12.9	93.46	3.07	不含皮	肋骨斷裂
B4	45.7	66.7	13.6	94.43	3.62	不含皮	穿入肌肉層
B5	44.9	64.4	13.1	93.73	3.20	不含皮	肋骨斷裂

#：本欄致命機率依標準體重49.8公斤，皮肉脂肪層厚度5 mm計算。

*：本欄致命機率依標準體重56.0公斤，皮肉脂肪層厚度26.3 mm計算。



肆、結論

我國目前常見的大口徑低射速武器中，口徑17 mm的鎮暴槍及漆彈槍射出的彈丸都不具穿刺性槍傷和彈道鈍傷的殺傷力，只要不射擊極為脆弱的眼部，應可被安全地使用。口徑12.5 mm的鎮暴槍射出彈丸不具穿刺性槍傷的殺傷力，絕大部分情況下也不具彈道鈍傷的殺傷力。但少數槍枝使用全新小型高壓鋼瓶射擊時，射出之第1和第2顆彈丸擊中顛部時，可造成致命性彈道鈍傷。因此，使用此類鎮暴槍時，射擊部位必須嚴格避開頭部，以免造成嚴重傷害。

18 mm及25 mm氣炮槍射出彈丸動能明顯高於各種口徑的漆彈槍和鎮暴槍，有的彈丸動能甚至已接近軍事武器的致傷標準。雖然動能密度都未達我國的槍彈殺傷力判定標準 20 J/cm^2 ，但部分已超過穿入人體皮膚所須的 10 J/cm^2 ，已可造成破皮傷害。另若以顛部為射擊標的計算彈道鈍傷致命機率，已有25 mm氣炮槍射出彈丸具備彈道鈍傷殺傷力。經以含皮帶肉的豬背脊骨試射結果，可造成肋骨骨折，證明大口徑低動能密度彈丸，只要動能高至一定數值，即可能造成嚴重之彈道鈍傷。雖然大型氣炮槍攜帶不便，被用於暴力犯罪的可能性極低，但試射結果證實，我國司法和鑑識實務上，以彈丸具備穿入人體皮肉層的動能作為槍彈殺傷力判定標準並不周全，應另訂彈道鈍傷的殺傷力判定標準，以便正確地進行大口徑低射速槍彈的殺傷力鑑定。FACT



誌謝

本文感謝行政院科技部專案研究計畫的經費支持，
計畫編號MOST 107-2410-H-015-002。

參考資料

1. Di Maio V JM, 1982, Minimal velocities necessary for perforation of skin by air pellets and bullets. J Forensic Sci 27 : 894-898.

- 2.孟憲輝，2015，陳全儀，李協昌，空氣槍分級管制可行性之探討，刑事科學，79期，pp.19-34。
- 3.孟憲輝，2019，槍彈殺傷力判定標準之研究，刑事政策與犯罪研究論文集，22期，pp. 333-360。
- 4.Sturdivan LM, Viano DC, Champion HR, 2004, Analysis of injury criteria to assess chest and abdominal injury risks in blunt and ballistic impacts, *J Trauma* 56(3): 651-663.
- 5.Hoxha S, Elliott JE, 1985, Simulation of Area Weapons Effects (SAWE) Safety Criteria, US Army Armament Research and Development Center, Dover.
- 6.Kneubuhl BP et al, 2011, Wound ballistics- Basics and applications, Springer-Verlag GmbH, Berlin, Germany: 180.
- 7.Mahajna A et al, 2002, Blunt and penetrating injuries caused by rubber bullets during the Israeli-Arab conflict in October, 2000: a retrospective study. *Lancet* 359: 1795-1800.
- 8.Wahl P et al, 2006, Injury pattern of the Flash-Ball®, a less-lethal weapon used for law enforcement: Report of two cases and review of the literature. *J. Emerg. Med* 31(3): 325-330.
- 9.Chowaniec C et al, 2008, Case-study of fatal gunshot wounds from non-lethal projectiles. *Forensic Sci Int* 178: 213-217.
- 10.Wani AA et al, 2010, Head injury caused by tear gas cartridge in teenage population. *Pediatr Neurosurg* 46: 25-28.
- 11.Corbacioglu SK et al, 2016, Rare and severe maxillofacial injury due to tear gas capsules: Report of three cases. *J Forensic Sci* 61: 551-554, doi: 10.1111/1556-4029.12954.
- 12.衛生福利部統計處，2019，2013-2016 身高、體重、身體質量指數，下載自：<https://dep.mohw.gov.tw/DOS/lp-1720-113-5-20.html>。
- 13.翁景惠等，2001，槍枝殺傷力認定之疑義，刑事科學，52期，pp.65-82。
- 14.Lee HC, Meng HH, 2011, The development of witness plate method for the determination of wounding capability of illegal firearms, *Forensic Sci J* 10: 19-28.
- 15.Iqbal MA et al, 2015, Ballistic performance and energy absorption characteristics of thin aluminium plates. *Int J Impact Eng* 77: 1-15.
- 16.Frank M et al, 2011, Sturdivan's formula revisited: MRI assessment of anterior chest wall thickness for injury risk prediction of blunt ballistic impact trauma. *Forensic Sci Int* 212 : 110-114.