

# 面對生物戰之國防因應策略探討

國防大學中正理工學院助理教授 張怡穎博士

## 提 要

- 一、生物戰劑對死亡與苦難的危害程度等同於核子武器。
- 二、當生化科技革命已廣泛應用於生物性防衛的同時，仍不可忽略其在法例上的限制與規範。
- 三、生物戰攻擊之目標在於製造恐慌心態、造成社會動亂、瓦解政府威信、減損軍事反應，其影響更甚於疾病與死亡。
- 四、國防備戰、因應與預防之鑰在於資源分配與應用、政府機構之間的整合與互動、以及國際聯繫與互助。

關鍵字：生物性武器(bioweapon)、生物性防衛(biodefense)、生物恐怖攻擊(bioterrorism)、生物戰(biological warfare)

## 壹、前 言

生物性武器攻擊如同核武攻擊一般，可將一個國家推到無法復原的地步，包括對攻擊本身的因應可能產生極恐慌的心理狀態，以至於威脅到政府內部運作的一般民主原則與信念。以1972年在南斯拉夫爆發的天花(smallpox)為例，疫苗採取路邊接種的方式強制施行於全部2千萬人民，原接觸到天花病原的1萬人則被安置於旅館內，並以鐵馬以及軍事戒備封鎖，人民行動受限、公開會議被禁止，與鄰國交界處也完全封閉。此次爆發的天花有175人感染35人死亡，尚屬小型事件，但生物性武器攻擊卻會造成更大的流行與恐慌。

雖然生物戰的發展在國際間受到限制，但生物性武器仍是現階段以及未來持續成長的一種危險武器。美國中情局

相信，至少有12個國家不是本身擁有就是積極想要擁有攻擊性的生物性武器系統。建構生物性武器所需之物資相較於其他武器來得便宜，而且容易取得，加上製造這類武器的知識廣泛傳播，使得這類武器易流於恐怖組織或個人之手，其危險程度更勝於核武。只是，有意義的醫療介入在核子攻擊後是無效的，但對蓄意生物性攻擊所造成的疾病流行卻是有益的；此外不同於核子武器，生物性武器並不會摧毀整體的基礎建設，而且醫療專業人事對其所造成的病痛有道義上的責任。

當世界正進入「大生物學(Big Biology)」世紀之際，經由對生命科學更深入的認識及其應用於生物與遺傳基因科技，在疾病的防治與處理上存有無比的空間，但也同時增加了生物性武器的潛在威脅性與變異性。如同核子物理

學有其黑暗的一面，能操縱歷代以來造成人類瘟疫的病毒與病菌之能力，也可同時應用於好壞兩個極端。因此，由生命科學革命所造成的巨大力量，是不容忽視的。國防因應生物恐怖攻擊是否具備彈性的醫療體系、有效的應變機制、以及各主管機關之間的聯繫，都將成為關鍵因素。此外也需集結生物醫學研究團體，以創造有效的方式面對並防止知識的濫用。限制並防止生物武器的發展與使用，需要在限武條例上加入新的需求。<sup>註一</sup>

## 貳、防治生物性恐怖攻擊之相關法規控管與科技發展<sup>註二</sup>

雖然生物科技革命已在生物性防禦上廣泛被應用，但這只能被使用在現存的法規限制與憲法架構內。這些規範如安全性預防措施、隱私權考量、以及賠償體系等，將持續主導科技發展之方向；前車之鑑也顯示科技之使用不能威脅到社會之法律基礎。因此，現代科技正面臨法律之挑戰，以科學為本的組織原則將主導著生物性防禦之研究重點。為達有效之生物性防禦，就必須了解生物科技與法律規範間之複雜關係。

### 一、生物戰劑之型式

生物性武器可概分為兩類：(一)本身為毒素(toxin)者，如真菌(或霉菌)毒素、以及其他植物與動物性毒素；(二)能

在生物體內產生毒素者，如細菌、病毒、以及立克次體。根據美國疾病管理局(CDC)之分類法，依優先順序考量可將生物戰劑區分為三類，各類之種類(如表)。

### 二、管制感染之可能途徑

能夠輸送生物性武器之裝置可能如生物戰劑本身一樣多變，包括：(一)噴劑式；(二)食物或飲水；(三)經昆蟲叮咬注射等。藉由規範這些感染路徑，可在現行法規與權限內創造因應之道，例如：食物可經由食品安全與交易規範條例所管制，病媒與寄主之管制則有賴地方政府及相關單位。其他更為創新以消費者主導的感染途徑也是可能的，例如：發生在美國的炭疽攻擊事件詮釋了生物性武器之散布途徑：消費者使用的信封、郵政系統、以及吸入炭疽孢子等，每一步驟都是在現存法律架構下無法規範的。其他如藥品、化妝品、古龍水、肥皂、以及許多每日接觸的產品，都可能成為散布的工具，甚至利用建築物內的空調系統(可造成炭疽孢子大規模釋放)，也可能造成極大的危害。因此，在消費者產品市場的壓力下，新科技的開發應著重對消費者的保障，這些則隸屬商品交易管制的範疇。創新科技若能重視心理的、物理的、以及經濟的威脅，便有更大的發展空間。

### 三、生物性武器之研究重點

<sup>註一</sup> O'Toole, Tara and Thomas V Inglesby, "Facing the biological weapons threat", The Lancet, vol.356, 2000, pp.1128-1129.

<sup>註二</sup> Sutton, Victoria, "Law and science drive technology in the war against bioterrorism", Technology in Society, Vol.26, 2004, pp.287-301.

生物戰劑分類<sup>註三</sup>

| 類別與種類                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>A類：最高優先重點戰劑</p> <p>炭疽病Anthrax (<i>Bacillus anthracis</i>)</p> <p>臘腸毒菌病Botulism (<i>Clostridium botulinum</i> toxin)</p> <p>鼠疫Plague (<i>Yersinia pestis</i>)</p> <p>天花Smallpox (<i>variola major</i>)</p> <p>兔熱病Tularemia (<i>Francisella tularensis</i>)</p> <p>病毒性出血熱Viral hemorrhagic fevers (絲狀病毒filoviruses [e.g., Ebola, Marburg] and 沙病毒arenaviruses [e.g., Lassa, Machupo])</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>B類：第二高優先重點戰劑</p> <p>布魯士菌病Brucellosis (<i>Brucella</i> species)</p> <p>伊普塞隆毒菌病Epsilon toxin of <i>Clostridium perfringens</i></p> <p>食品安全威脅Food safety threats (e.g., <i>Salmonella</i> species, <i>Escherichia coli</i> O157:H7, <i>Shigella</i>)</p> <p>鼻疽Glanders (<i>Burkholderia mallei</i>)</p> <p>類鼻疽Melioidosis (<i>Burkholderia pseudomallei</i>)</p> <p>鸚鵡病Psittacosis (<i>Chlamydia psittaci</i>)</p> <p>Q熱病Q fever (<i>Coxiella burnetii</i>)</p> <p>蓖麻毒素Ricin toxin from <i>Ricinus communis</i> (蓖麻豆)</p> <p>葡萄狀球菌腸毒素Staphylococcal enterotoxin B</p> <p>斑疹傷寒熱Typhus fever (<i>Rickettsia prowazekii</i>)</p> <p>病毒性腦炎Viral encephalitis (alphaviruses [e.g., 委內瑞拉馬腦炎, 東方馬腦炎, 西方馬腦炎])</p> <p>飲用水安全威脅Water safety threats (e.g., <i>Vibrio cholerae</i>, <i>Cryptosporidium parvum</i>)</p> |
| <p>C類：第三高優先重點戰劑</p> <p>新興之感染病原如立百病毒 (Nipah virus) 與漢它病毒 (hantavirus)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

美國CDC根據病原之毒性強度加以分類(類別A-C)，以A類的危險性最高(參閱表)，其他依此類推。因此，有關生物性武器之研究重點主要也依循著此分類順序。每一類別雖然包含多樣型式的病原(如病毒、細菌、立克次體與毒素)，它們可能只具有少許相同的感染特徵與模式，但卻有類似的致毒性，對社會的危害程度是相同的。

雖然有必要進行管制「生物反恐技術」之發展，但在國家面臨生物恐怖攻

擊之際、社會大眾極為關注的情況下，則應以技術之發展為優先考量。以美國為例，食品藥物管理局(FDA)在1999年開始進行生物防禦之相關研究，包括設計新型疫苗、研究生物戰劑之病原力與繁殖力、研發新評檢方法與標準以使新疫苗或免疫球蛋白能快速通過檢驗、幹細胞之保護、以及細胞分裂繁殖之化學激動素(chemokine/cytokine)與血管生成劑(angiogenic agent)之防禦性機制，而研究對象則以A類為優先。但FDA強調

註三 參閱CDC, 2004, <http://www.bt.cdc.gov/agent/agentlist-category.asp>



對抗生物恐怖攻擊之焦點應集中在單株抗體(monoclonal antibodies)技術，因為它是所有生物防禦技術中極為純熟而且最被看好的技術。目前，炭疽病(anthrax)單株抗體之人體安全性測試正在FDA進行申請。

值得一提的是，在A類病原中並未提及經基因工程改造的生物所產生的潛在威脅，但研究顯示經由基因轉殖可以製造出具抗藥性的立克次體與疫苗無法奏效的天花病毒，是不容忽視的一環。

#### 四、醫療途徑之法律架構

醫療途徑乃依賴已開發之生物技術，如單株抗體、細胞培養、基因工程、生物感測、反感應、DNA晶片、組織工程、生物資訊與生物加工等技術。醫療途徑包括個人選擇接受治療的意願、以及鼓勵公司發展因應生物性防禦之需的醫療貸款。法律架構則需偏重於促使與生物性防禦策略相關之藥品與裝置之認證程序加速進行，此種方式乃是以法律鼓勵因應技術之研發。

### 參、生物性攻擊之有效防禦策略<sup>註四</sup>

最具危險性的生物戰劑在於它直接被帶入肺臟中，因為肺臟內部結構與外界接觸的總表面積很大，易受到微生物感染。微粒物質要能達到肺部，必須具有極微小的粒徑，並且能懸浮於吸入之空氣中，直到抵達氣管終端。高度傳染性粒子之粒徑範圍在1-5  $\mu\text{m}$ ，藉由

空氣可傳到微小支氣管與肺泡中。經由空氣傳播之病原若被恐怖份子利用，可能會以噴霧(aerosol)的方式傳遞，並施行小規模(如一個密閉空間)的攻擊。而大規模攻擊則需要非常大量的高度感染性物質、適合之噴霧裝置、以及在合宜的風、溫度與濕度狀態下。除了藉由空氣釋放感染原，與含感染原之表面接觸、或食入被感染之食物或水、或接觸到感染者的體液，都可能受到感染。

有效防禦策略本身需要明確的步驟與方法，所包含之要素試以A類生物戰劑中的絲狀病毒(filoviruses)(如伊玻拉Ebola、馬爾堡Marburg)為例，分述如后：

#### 一、掌握病毒庫存並防止外流

侵略國若想採用絲狀病毒攻擊某城市或軍區，大概可從幾個來源獲得此類病毒。首先，在第一次爆發Marburg(1960年代)與Ebola(1970年代)病毒後，許多實驗室之間就已彼此傳遞它們的樣本，因此，除了少數官方所屬的Biosafety Level 4(BSL-4)實驗室，它們有可能被保存在其他地點。令人擔心的是，犯罪組織可能由前蘇聯的一些國家的實驗室中竊取絲狀病毒或其他生物戰劑，並販售給富有的恐怖組織如Al Qaeda。另外，由國家所支持的恐怖活動也值得高度關切，對所屬人民及領域具嚴格安管之非友善國家可能極易成立一個祕密實驗室，以製備並儲存具高度感染性之病毒，並交付予恐怖份子之手。

<sup>註四</sup> Bray, Mike, "Defense against filoviruses used as biological weapons", Antiviral Research, Vol.57, 2003. pp.53-60.

對非國家支持之恐怖組織而言，絲狀病毒之取得則較為困難。有一種途徑是在病毒爆發期間嘗試取得病患之樣本，只有非常精良的組織才能進行此種任務，據說日本邪教團體Aum Shin-rikyo就是在1990年代初期當Ebola病毒在薩伊(Zaire)爆發時，派人至當地取得此病毒，但並未證實他們是否成功。另一種途徑是嘗試由BSL-4實驗室中取得，即藉由同情者或內部研究人員之協助，此類事件雖然從未被報導過，但此類設施之安全性考量卻從未減少。只是要維繫有效之安全性管理確有其困難之處，例如：對戰劑繁殖量的控管在研究活動多的實驗室中就非常困難，另外就是對於可產生新培養之種子(seed)物質之微量損失不易察覺。

## 二、精進病毒爆發診斷技術

假若恐怖份子在城市區釋放一種絲狀病毒，在第一個感染病人出現之前，可能已經過了一或數星期。對每位感染病人而言，潛伏期長短主要視病毒吸入量而定，離噴霧原最近者可能最先得病。

當第一個病人出現就被診斷絲狀病毒感染之可能性很低，因為病徵並不明顯，而且在非洲中部以外地區發生Marburg或Ebola感染是極不可能的。只有當感染情況漸趨明顯，醫生才可能猜測到是恐怖攻擊所致。

通常只有當大量具相同病徵之嚴重病患在短時間內同時出現時，才能診斷

出是蓄意性爆發事件。假若受感染者在與病原接觸後到過其他地區，而且經過不同的潛伏期在不同的地點發病，那麼診斷可能更加困難。一旦診斷建議有生物戰攻擊之可能，醫療團隊必須警告當地政府或衛生署，再由衛生署告知國家機關。現場醫療人員將與官方觀察員一同進行鑑定病原的工作，所有可能感染的樣品必須加以適當標識與保存，可能接觸污染物質的所有人員必須加以確認。更進一步有關病毒爆發事件管理指南，可參考美國CDC網站<http://www.bt.cdc.gov>。<sup>註五</sup>

## 三、快速醫療辨識病毒性出血熱徵候群

Marburg與Ebola病毒是屬於會造成人類出血熱之RNA病毒，其他同類之病原（如黃熱病、長峽谷熱等）也會造成類似之感染，但死亡率較低。一些非病毒感染性疾病（如瘧疾、傷寒、細螺旋體病等）也具相同之臨床特徵。因此，Marburg與Ebola之感染並無特別之臨床發現可做為診斷依據，必須進行特殊之病毒測試。若原本健康的人突然生病高燒，而且有以下症狀，醫生極可能懷疑其受到絲狀病毒感染：

☆眼睛及黏膜有出血現象。

☆軀幹部位起疹。

☆病情持續惡化成頑強型休克現象（一星期內致死）。

☆未出現出痰咳嗽。

☆除有感覺失靈的現象，並未出現神經病變。

<sup>註五</sup> CDC, "Public health emergency response guide for state, local, and tribal public health directors" 2005, <http://www.bt.cdc.gov/planning/pdf/cdcresponseguide.pdf>

吸入之Marburg與Ebola病毒是否會造成X光肺部浸潤現象並不確定，假若不會的話，便可提供另一項區分絲狀病毒與其他生物戰劑之方法。其他的異常現象還包括早期出現嗜中性白血球增多症、血漿中肝臟相關酵素（特別是天門冬胺酸鹽轉胺基酵素）增加、血小板明顯減少、纖維蛋白分解、血管內血液凝結現象等，但這些現象在其他出血熱的病毒感染中也會出現，在疾病爆發的情況下必須被視為嚴重熱病的可能原因。與其他同A類之生物戰劑比較，只有鼠疫(plague)明顯產生凝血困難的現象，但肺部型鼠疫也會出現出痰咳嗽以及X光肺部浸潤現象。炭疽病(anthrax)與兔熱病(tularemia)之感染徵狀不易與絲狀病毒混淆，因為它們不會併發外部出血徵狀、而且在大部分情況下胸部X光會發生明顯改變。

#### 四、快速的實驗室鑑定

用來測試急性病患檢體病毒之方法包括反轉錄—聚合酶連鎖反應(reverse transcription-PCR)、抗原捕捉酶連免疫吸附劑分析(antigen-capture ELISA)、電子顯微鏡分析、以及組織培養成長分析等。即時聚合酶連鎖反應(Real Time-PCR)近來被視為一種敏感而快速的診斷法，可同時篩檢多種病原。當醫療人員懷疑診斷為病毒型出血熱時，必須通報當地衛生單位以做進一步確認。

生病數日之病人在其體內將發展出病毒特定之M型免疫球蛋白(IgM)抗體，可利用ELISA偵測出來。復原後，可測試急性與恢復期血清中的病毒特定

之G型免疫球蛋白(IgG)，以追溯診斷Marburg與Ebola感染。當發生大流行時，可針對病患或死者皮膚切片做免疫過氧化酶染色(immunoperoxidase staining)，此法之優點在於簡單、特定、且安全，不需在BSL-4實驗室內進行。

當某一絲狀病毒感染案例確定後，確認出其他受害者就較為容易，因為具有相同病徵之新病患可能有共通之暴露時間與地點。然而，因攻擊所導致的高度預警狀態將不可避免造成懷疑病例之通報，但後來經特定檢測證實並非絲狀病毒感染，這些虛驚在疾病爆發之管理與法律執行調查上會造成問題。

#### 五、防止人對人的傳播

回溯1995年在薩伊發生之Ebola流行，感染之高風險主要在於直接與病患體液（血液、糞便、尿液、嘔吐物及汗液）接觸者，包括家人照顧者、護士、以及屍體處理者。末期患者以及剛死亡的屍體最易造成疾病傳染，可能是因為他們的體液中包含最大的病毒量，但並無證據顯示受害者在發病前具有傳染力。

最普遍發生之人對人傳染機制在於含病毒物質之交換，由照顧病人者的手傳到眼和口。絲狀病毒之人對人傳染風險最高時期在於爆發初期，因為此時病人多由家庭成員照顧以及由醫護人員做治療與檢測。在非洲Ebola病毒爆發時，此種情況導致許多醫師與護士受到感染，主要是在初期時未採用合宜之感染防治，如手套、手術衣及口罩之使用等。但不重視絲狀病毒之存在並不一定



會造成二度感染，例如：在1967年爆發Marburg時，雖然醫療人員完全忽視病原的存在，也未加以小心處理受污物件，但只有6件二度感染發生、三度感染則完全未發生。最近在南非醫院的一位Ebola患者，感染了一名護士，他們在等候診斷的3個星期內並無其他案例發生。但無可厚非的，若醫療人員在照顧病人或處理檢體時能夠確實依循感染控制準則，傳染風險將大為降低。

根據世界衛生組織(WHO)疾病管制(CDC)小組處理非洲Ebola爆發時之經驗顯示，採用標準病患隔離與阻隔之護理步驟(可由CDC網站下載)<sup>註六</sup>，病患可在任何醫療型式下施予有效處理，而不會對醫療人員造成過度威脅。所有處理感染性物件之工作人員必須穿著保護衣、並使用呼吸保護裝置(如N-95口罩、或空氣過濾呼吸器)。若情況允許，實驗室人員應在層流式之生物安全櫃中進行處理所有生物樣本。

## 六、可靠的去毒程序

噴霧式之絲狀病毒攻擊若未被察覺，在首號感染者發病前，至少已經過了一星期的時間，此時感染病毒已不存在環境中，因此無需做表面去毒處理。即使攻擊行動在進行時被察覺、或在執法調查時被發現，無確實吸入病原者之感染風險都是可忽略的，因為少數可能附著於皮膚、衣服、或表面的病毒粒子可能在數小時內被紫外線分解。然而，當任何生物戰發生時，可能暴露於感染

原之人員都需要謹慎進行全身肥皂淋浴，並以熱水加清潔劑清洗衣物。

含有病毒之液體或其他物質(如病人體液、或恐怖攻擊使用之懸浮液等)之去毒處理是非常要緊的，在液體中或乾涸物上的絲狀病毒在室溫下可存活數日，如Marburg病毒在乾涸的血液中4-5日仍具感染力。蒸氣滅菌法是為最有效之消毒法，致使絲狀病毒及其他感染病原喪失活性，受血液或體液污染之物體或表面，無法使用蒸氣滅菌法，CDC建議用家庭漂白劑(稀釋比例1:100)或標準醫院用消毒劑處理之。

## 七、有效疫苗之研發

目前，並無可供人類使用之絲狀病毒疫苗，但對非人類之靈長類動物而言，則有疫苗對抗Marburg及Ebola病毒，顯示發展應用於人類之疫苗之可能性，目前已採用了三種研發途徑。第一種為「裸露型DNA(naked DNA)」疫苗，乃在哺乳類轉錄系統可辨認之啟動子(promoter)控制下，將絲狀病毒基因之輔助基因(cDNA)抄本插入質體(plasmids)中，然後將質體注射入肌肉內或利用基因槍推入皮膚。DNA疫苗可保護小型哺乳類如老鼠及豚鼠對抗Ebola病毒激發，但目前無法單獨在非人類靈長動物身上發生作用。然而，經過改良後使用DNA引子(priming)並追加重組過的腺病毒(recombinant adenovirus)，已成功地保護「恆河獼猴(rhesus macques)」抵抗Ebola薩伊病毒。

註六 CDC, "Update: management of patients with suspected viral hemorrhagic fever.", MMWR, 1995, Vol.44 (no.25), pp.475-479, <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00038033.htm>

阿法(Alpha)病毒之複製子(replicon)疫苗也是採用病毒基因之cDNA抄本，將之插入一種減弱型的馬腦炎病毒之結構蛋白基因中。複製子疫苗已保護啮齒動物（但無法保護非人類之靈長類動物）抵抗Ebola病毒激發。然而，複製子疫苗卻是首先保護猴子抵抗Marburg病毒激發的疫苗。

利用失活之絲狀病毒所製作的疫苗在動物體內可提供不同程度的保護，但一般而言免疫力較弱。一種新型的疫苗由脂質體(liposome)包裹經放射線處理之Ebola病毒，在老鼠體內可激發確實的保護作用，但在猴子體內只能誘發產生中性抗體，卻無法防止因病毒激發所引起的死亡。

#### 八、有效抗病毒療法之研發

目前並無針對Marburg與Ebola感染之特別療法，治療實為支持性療法，包括靜脈液體替補療法、止痛劑療法、以及標準護理措施等。相關於出血熱病人之看護守則可由CDC網站下載。<sup>註七</sup>

根據過去對抗絲狀病毒療法之研究報告，療法包括採用恢復期患者之血清、干擾素- $\alpha$ 、紅血球粘連作用、洗腎等，甚至使用恢復期患者之全血輸入，但皆無證據顯示它們實際之功效。

目前並無臨床使用之抗病毒藥可抑制絲狀病毒，包括「三(氮)唑核[1046](ribavirin)」。<sup>註八</sup>但有一群「腺苷酸」之

同類化合物可阻礙細胞中腺苷類半胱胺酸水解酶(S-adenosylhomocysteine hydrolase)之活性，在生物體外低劑量可強烈抑制絲狀病毒複製。在Ebola感染的老鼠體內，這些化合物造成干擾素- $\alpha$ 之大量釋放。在非人類之靈長類動物體內，此療法延緩病毒血症(viremia)及發病之初起，但不能防止死亡。

總而言之，生物性武器之獨特性在於它們無法用肉眼察覺，以及它們遲緩的影響在受害者間造成精神上紊亂不安。生物戰攻擊之目標在於製造恐慌的意識、破壞社會與經濟活動、瓦解政府威信、減損軍旅士氣，其影響更甚於疾病與死亡。以近年在美國發生炭疽病恐怖攻擊事件為例，即使只有少數感染發生，卻造成極大的心理衝擊，每個人都感覺受到威脅，也沒有人知道接下來還會發生什麼。生物戰攻擊是可能發生的，民眾應該熟悉基本之流行病學與控制措施，以沉著穩健的態度面對萬一發生之疾病爆發。

#### 肆、國防備戰、因應與預防之道<sup>註八</sup>

在此方面，至少有幾項議題是值得關切的，其中包括國防投資、生物醫學研發、組織之間的聯繫與互動、追蹤管理系統建立、醫療設備之急增容量、以

<sup>註七</sup> CDC, "Infection control for viral haemorrhagic fevers in the African health care setting.", 2003, <http://www.cdc.gov/ncidod/dvrd/spb/mnpages/vhfmanual.htm>

<sup>註八</sup> O'Toole, Tara, "The problem of biological weapons: next steps for the nation", Public Health Reports, Vol. 116, 2001, pp.108-111.



及國際聯繫與互助等，試分項簡述如后：

### 一、國防投資

因應生物戰攻擊，政府投資必需與攻擊之威脅性成正比關係。若生物性武器嚴重威脅到國家安全，則需要認真考慮增列投資於此。一般來說，各國生化武器之國防投資偏低，即使依據美國在2000年的國防預算比例來看，也只有占0.0046%。欲落實反生物恐怖攻擊之決心，就需要經費針對公共衛生之基礎結構加以改善。

### 二、生物醫學研發

我們需要集中力量快速生產出新疫苗與新藥（特別是抗病毒藥），以對抗最可能造成威脅之生物武器。我們需要發展新技術，能快速而可靠的診斷出致毒之生物戰劑。長遠之計在於聯合國際盟友、利用更為精良而通用的方法，發展增強免疫抵抗力之方法。技術性機構有責任創造一個研究發展藍圖，集結各大學、製藥公司、及生技產業的科學家們，針對所要成就的新技術做清楚分析，以避免無意義的投資。

### 三、組織之間的聯繫與互動

組織機構之間的分裂正打擊著目前多方面流行病之因應措施，例如：造成人力物資無法結合、不同醫院間網路連結困難、藥品與公共衛生之間的聯繫失調、以及醫師被排除於戰備外等問題。然而這些問題並非能在短期內獲得解決，因為可能涉及到新系統之建立一組織之改變或建造。要創造組織架構的改變並建立整合的體系，需要注意到社會

價值與群體的需要，例如：被徵召的醫療人員能確定其額外工作期間自己的家人會受到照顧、媒體成員有其重要的工作任務而且是值得尊重等。此外可靠與透明化也是決定系統運作成功與否之關鍵。所建立之系統應以雙重使用(dual-use)為目標，除可因應生物武器所致問題、也可做為組織內常規性使用。另外，建立醫療與公共衛生之間的緊密關係是偵測疾病爆發之關鍵。

### 四、追蹤管理系統建立

需要創造一套強而有力的電子系統，在疾病爆發被偵測到之後做為追蹤與管理病情之用。在病情爆發時，有大量資訊進入，如何有效管理這些資訊成為最大挑戰。但在花大錢針對生物戰攻擊建立精良的偵防系統之前，應先確定醫療與公共衛生專業人員的個人電腦是否連線，以免因小失大。

### 五、醫療設備之急增容量(surge capacity)

醫療設施是否足夠因應突發事件（包括蓄意造成或天然發生的流行病以及天然災害）所造成的大量醫療需求，主要目標是希望創造全社區性的因應網(community-wide response networks)，以容納這些需求。首先需要提供經費給醫院做規劃，發展機關內部因應之實施模組。也需要發展整合之法，以使多元化醫療設施能被利用於全社區性的因應網中。此外也可以建立一套賞罰機制，以營造我們所需要的醫療急增容量以及因應網。

### 六、國際聯繫與互助

建立與國外之生物武器研究人員之友善關係，以吸取他們的經驗，達到打擊生物恐怖攻擊之目的。也應鼓吹國際共識，將發展或擁有生物武器視為一項侮蔑人性的犯罪行為。更需認知生物武器所造成全面性的災難是極為複雜的，絕非單獨的機關、組織或專業團體可以獨立掌控的，除需集聚國內各相關領域之專業人事，也需積極尋求國際支援，吸取他國之經驗，以便成功因應突發事件。

### 伍、結 語

當生物科技蓬勃發展之際，其被應用於生物戰的可能性則不容忽略。因應本世紀可能爆發之生物性武器攻擊，在國防上除需充分掌握生物反制技術，也需儲備充足之醫療與公衛資源，包括醫護專業人員、抗生素、疫苗、設備及其他後勤供應之能力，以應突發事件所造成的大量醫療需求。尤有甚者，生物性

武器攻擊造成每個人心理層面的衝擊，進而影響社會發展、甚至能夠瓦解政府威信、減損軍隊士氣。因此，如何教育民眾使之能沉著因應、如何整合與分配行政醫療公衛資源使之能發生實質效果、以及如何尋求國際協助並吸取他國經驗，都將成為國防成功因應生物戰攻擊之關鍵。最後所必要的就是決心、毅力與時間。

收件：94年04月11日

修正：94年04月21日

接受：94年04月29日

### 作者簡介

張怡穎博士，國立臺灣海洋大學學士、美國麻州大學碩士、美國馬里蘭大學博士；現任職於國防大學中正理工學院應用化學系助理教授。

