

生物恐怖威脅與防禦對策研析

作者簡介

楊福助中校，陸官正 80 年班，砲校正 175 期，國防醫學院藥學研究所 86 年班，曾任觀通組長、連長、教官、營長、研究教官，現就讀國防大學中正理工學院國科所應用化學博士班。

提要

- 一、美國“911 事件”之後發生的炭疽事件，敲響了生物戰劑的警鐘，於是生物恐怖再次引起人們的廣泛關注，因此經由對生物恐怖的特點與防禦對策之認識，對於有效應對並及時控制生物恐怖突發事件，保障廣大民眾的生命與健康，維護社會的穩定和經濟的發展具有重要意義。
- 二、本研究針對生物恐怖活動的特點與類型、參考先進國家生物武器醫學防護裝備現狀及發展、醫學防禦對策及生物恐怖襲擊應急救援演練程序加以闡述，提供國人參考，建立反恐生物恐怖襲擊的觀念與應變常識，以面對未來生物恐怖襲擊的挑戰。
- 三、面對未來生物恐怖襲擊，國人更應加強與生物恐怖相關病原體、新發傳染病的病原學、致病機制和傳播方式的研究，加強診斷試劑、治療藥物和預防疫苗的研製，在生物恐怖發生時能夠迅速地診斷、及時地治療和有效地預防，將生物恐怖襲擊之傷害降至最低。

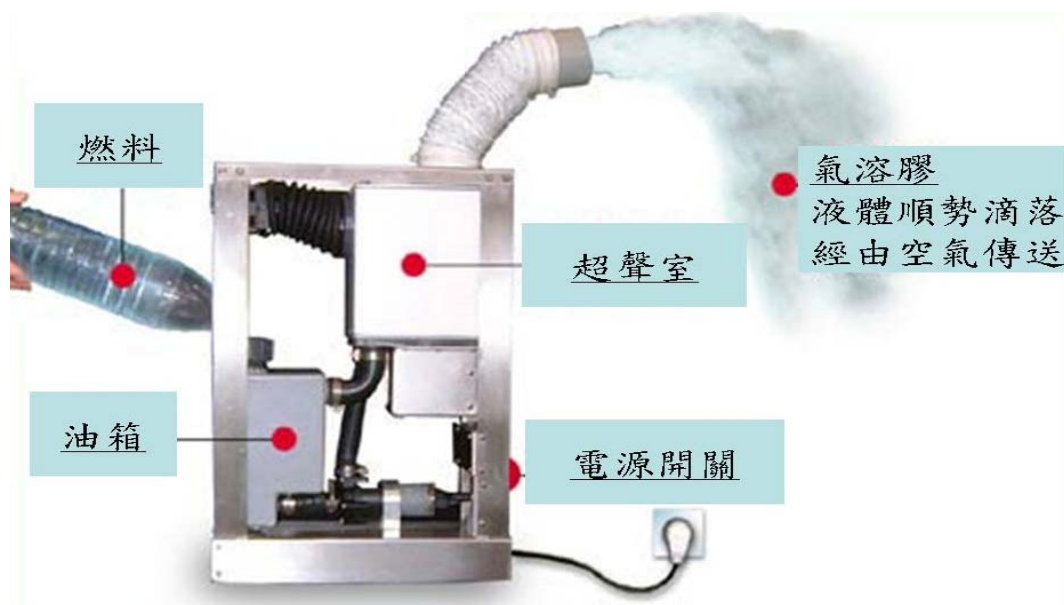
壹、前言

近來，生物恐怖夢魘在世界各地頻頻出沒，以致人心惶惶。第一、二次世界大戰中，德、日、英、美、蘇都使用過細菌武器；日本侵華期間亦曾在大陸東北、華南使用過細菌武器，大批無辜大陸同胞死於非命；朝鮮戰爭時期，美國也曾在大陸東北施放細菌武器。二次世界大戰後，美國和蘇聯等國家都曾致力發展生物戰劑，使生物戰劑更精良、製造更經濟、使用更方便、殺傷力更強。（註1）

對人、畜或農作物直接產生傷害或毀壞，或間接透過某種途徑產生傷害的微生物和生物毒素統稱為生物戰劑；裝有生物戰劑的各種施放設施統稱為生物武器。生物武器由生物戰劑（致病微生物及其產生的毒素）、生物彈藥或施放裝置（氣溶膠產生器如圖一、砲彈、導彈、航空炸彈等）和運載工具（各種飛機、火砲、軍艦、導彈等）組成。（註2）

註1 張法奎，「可怕的生化武器」，《化石》，2002 年，第 1 期，頁 9-10。

註2 高樹田、伍瑞昌、王運鬥，「國內外生防裝備發展現狀與對策」，《醫療衛生裝備》，2005 年，第 26 卷第 1 期，頁 26。



圖一 氣溶膠產生器 (aerosol generator) 示意圖
資料來源：<http://www.greenclouds.com>;作者轉繪。

美國“911”恐怖襲擊之後，人們突然意識到生物戰劑的威脅並不是很遙遠的事；（註3）接著發生的炭疽郵包事件，終於敲響了生物戰劑的警鐘，於是生物恐怖再次引起人們的廣泛關注，因此經由對生物恐怖的特點與防禦對策之認識，對於有效應對並及時控制生物恐怖突發事件，保障廣大民眾的生命與健康，維護社會的穩定和經濟的發展具有重要意義。（註4）

貳、生物恐怖的概念及特點

生物恐怖是使用致病性微生物或毒素等作為恐怖襲擊武器，散布致病性細菌、病毒，造成傳染病的暴發、流行，導致人群失能和死亡，引發社會動盪。由於生物武器造價低廉、技術難度不大、研製隱蔽性高，幾乎可以在任何地方研製和生產（包括在家中），因此也被稱為“窮人的原子彈”。儘管有許多種細菌、病毒等被恐怖分子用作罪惡工具，然危險性、毒性最大、傳染性最強的仍屬鼠疫（plague）、天花（smallpox）和炭疽（anthrax），其使用方式包括散布生物劑氣溶膠、污染水源和食品、散布帶菌昆蟲等。生物戰劑作為一種武器，其獨特的殺傷和破壞作用具有以下特點（註5）：

一、簡單易得性：

全世界約有 1500 個毒菌種庫，且有數不清的研究機構和自然資源，可以提供微生物及毒素，生物恐怖分子深知生物戰劑的潛在性不容忽視，並且隨著生

註3 Han SZ, Alfano Mc, Psoter WJ et al. “Bioterrorism and catastrophe response: a Quick-reference guide to resources” J Am Dent Assoc, 2003, 134(6), p745.

註4 Wang Cuie, “Characteristics and Prophylactic Strategy Against Bio-terrorism” Med J Chin PLA, January 2005, 30 (1), p15-16.

註5 邊歸國，「生物恐怖活動的特點與類型」，《環境科學動態》，2005 年，第 1 期，頁 39-40。

物技術的進步其威脅性與日俱增。(註6)

二、傳播流行性：

有些生物戰劑可引起人與人之間的傳染，這是其他武器所沒有的間接效果。引起傳染病的流行與否和戰劑的特點有關，生物戰劑是活的微生物，一般是透過皮膚、消化道或呼吸道途徑侵入人體，可在體內和體外環境中繁殖及傳播。由於掌握生物技術人員的有限性及生物戰劑本身的特點，生物恐怖襲擊在地域上和時間上呈現散發性，而不具備大範圍發生的特殊性。

三、隱蔽與污染性：

生物戰劑從感染到發病有一定的潛伏期，且有些病症在潛伏期內很難發現，但可以傳染他人，難以控制。槍枝、彈藥、炸彈等制式武器可以藉掃瞄器材偵測，但是生物恐怖材料就不容易被偵檢。它可以放在食物、飲料、手提包中，甚至可以放在信封中郵寄，用正常手段無法偵檢到。在公共場所隱蔽地散佈生物因數不會立即出現效應，因為接觸和發病之間有一定的潛伏期。隱蔽攻擊導致的嚴重傷亡通常先被醫護人員發現；撒布生物戰劑多在拂曉、黃昏、夜間或者陰天；撒布的帶菌昆蟲、動物也易與當地原有者混淆，不易發現。(註7)

四、致病性：

生物戰劑是經由一定途徑進入人體，對人體表皮沒有破壞力，不能造成皮膚損傷。除少數當地沒有或經人工變異的微生物外，人體都具有不同程度的抵抗力，因此遭受同等劑量生物戰劑攻擊的人群所產生的危害也不相同，它不同於化學和放射戰劑，難以確定一個實際容許劑量。各種生物戰劑的致病機制不同，有的可造成失能，有的可導致死亡，但沒有絕對的界限。失能戰劑可引起受害者較重的症狀，如發燒、無力、局部或全身疼痛等，惟致死率較低。致死性戰劑引起症狀嚴重、致死率高，但也因個人抵抗力強或及時治療，僅引起失能；不同的生物戰劑引起的疾病，其病程長短和治療的難易也不盡相同。(註8)

五、突發性：

生物恐怖的隱蔽性決定其突發性的特點，恐怖分子可以在任意地點、任意時間進行恐怖活動，突發性導致生物恐怖攻擊極難於第一時間進行預防和控制。

六、欺騙性：

生物恐怖往往具有欺騙性，由於生物恐怖有著隱蔽性，恐怖分子就利用大眾的恐懼心理、散布謠言、混淆視聽、以假亂真等手段，對政府或民眾進行敲詐和欺騙以達其目的。有些欺騙沒有任何根據，有些使用生物戰劑疫苗株來冒充劇毒株進行欺騙。

參、恐怖活動可能使用的生物戰劑

註6 楊瑞馥，「炭疽芽孢恐怖及其相關問題」，《軍事醫學科學院院刊》，2002年，第26卷第1期，頁1-4。

註7 龔震宇，「針對生物和化學恐怖主義的戰略計畫—CDC戰略計畫擬訂工作組建議」，《國外醫學衛生學分冊》，2001年，第28卷第1期，頁23-28。

註8 武桂珍、陳明亭、魏承毓，「生物恐怖的特點與應對措施」，《疾病監測》，2002年，第17卷第10期，頁392。

生物戰劑或生物恐怖攻擊是一項涉及多環節、多科學的複雜行為，及早確立生物戰劑的種類和偵檢方法，對於控制災難的發展、救治病人及減少災後損失等至關重要。（註9）生物武器是指以生物戰劑使人致病造成傷害的武器，是裝填有生物戰劑的彈藥和施放裝置的統稱，（註10）概可依三個發展階段來分類：

一、傳統生物戰劑（圖二）：

（一）細菌類：

目前細菌仍為最常用的生物戰劑，如炭疽桿菌(*bacillus anthracis*)、鼠疫桿菌 (*yersinia pestis*) 等。（註11）

（二）病毒類：

在自然界分布廣、種類多、致病性強，佔生物戰劑的 50%以上，如天花病毒(*variola virus*)、腦炎病毒 (*encephalitis virus*) 等。（註12）

（三）毒素類：

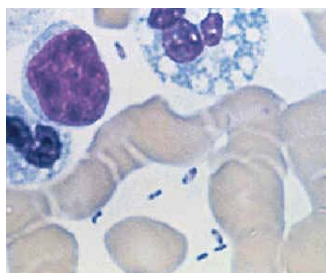
毒素進入人體易導致中毒、失能或死亡，微量即可致命，如肉毒毒素 (*botulinum toxin*)、破傷風毒素 (*clostridium tetani*) 等。（註13）

（四）其他類：

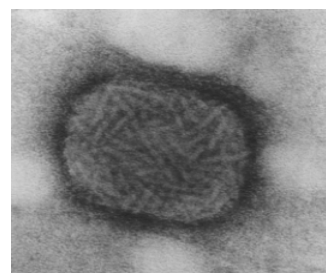
如立克次體 (*rickettsia*) 和真菌 (*fungus*) 等，也可被用作生物戰劑。



炭疽桿菌
(*bacillus anthracis*)



鼠疫桿菌
(*yersinia pestis*)



天花病毒
(*variola virus*)

註9 Greenfield RA ,Brown BR , Hutchins JB et al. “Microbiological, biological, and chemical weapons of warfare and terrorism” Am J Med Sci, 2002 , 323(6), p326.

註10 Xiong Y, “Chemistry and Chemical weapons” Journal of Advanced Postal Tuition, 1996, 1, p58.

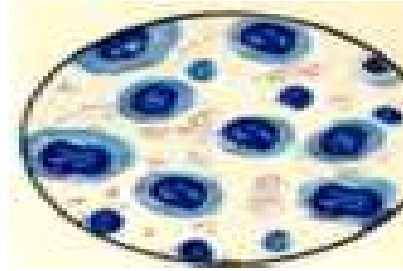
註11 Atlas RM, “Responding to the threat of bioterrorism: a microbial ecology perspective the case of anthrax” Int Microbiol, 2002, 5(4), p161.

註12 Darling RG, Catlett CL, Huebner KD et al. “Threats in bioterrorism I :CDC category A agents” Emerg Med Clin North Am, 2002, 20(2), p273.

註13 Blazes DL, Lawler JV, Lazarus AA, “When biotoxins are tools of terror , Early recognition of intentional poisoning can attenuate effects” Postgrad Med, 2002, 112(2), p89.



肉毒桿菌 (botulinum toxin)



立克次體 (rickettsia)

圖二 傳統生物戰劑示意圖

資料來源：作者彙整：

1. <http://tech.enorth.com>.
2. <http://news.xinhuanet.com>.
3. <http://zh.wikipedia.org>.
4. <http://www.tchcvs.tc.edu.tw>
5. <http://www.cpst.net>.

二、新型生物戰劑：

一是改變已有生物戰劑結構，如蛋白質的修飾、胺基酸機團的改變等，使其更具有攻擊力或對現有治療藥物產生耐受性；二是開發利用新的病原體或毒素，如馬爾堡病毒 (marburg virus)、伊波拉病毒 (ebola virus) 等，使其具有更強的傳染性和致死率。(註14)

三、基因生物戰劑：

目前出現了更隱蔽的基因型生物戰劑，會產生超強的毒性及耐藥性，(註15) 基因生物戰劑比普通的生物戰劑殺傷力更強、致死率更高，而且針對性更大。(註16) 恐怖活動最有可能使用的生物戰劑是致病性強、獲取方便、製備容易、毒性強、釋放後可導致人員死亡和國家安全隱憂的病原體或毒素，主要區分四大類，(註17) 如表一。

註14 Moran GJ, "Threats in bioterrorism II : CDC category B and C agents" Emerg Med Clin North Am, 2002, 20(2), p311.

註15 Vogel G, "Infectious diseases. An obscure weapon of the cold war edges into the limelight" Science, 2003, 302(3), p222.

註16 Boulton F, "Which bio-weapons might be used by terrorists against the United Kingdom?" Med Confl Surviv, 2003, 19(4), p326.

註17 靳曉紅、郭勝清，「生物戰劑分類及其偵檢方法研究進展」，《人民軍醫》，2004年，第47卷第12期，頁735。

表一 恐怖活動可能使用的生物戰劑分類表

生物戰劑	類	型	區	分
細菌類	炭疽桿菌(bacillus anthracis)、布魯菌(brucellosis)、肉毒桿菌 (botulinum toxin)、土拉倫法蘭西斯桿菌 (francisella tularensis)、鼻疽伯克霍爾德菌 (Burkholderia pseudomallei)、鼠疫桿菌 (yersinia pestis)、大腸桿菌(Escherichia coli)			
病毒類	剛果出血熱病毒(Congo hemorrhagic fever virus)、馬腦炎病毒 (eastern equine encephalitis virus)、伊波拉病毒 (ebola virus)、漢他病毒(hantavirus)、腦炎病毒(encephalitis virus)、拉撒熱病毒 (lassa fever virus)、馬丘波病毒 (machupo virus)、馬爾堡病毒 (marburg virus)、裂谷熱病毒(rift valley fever virus)、森林腦炎病毒 (forest encephalitis virus)、天花病毒(variola virus)、委內瑞拉馬腦炎病毒 (venezuelan equine encephalitis virus)、西部馬腦炎病毒 (western equine encephalitis virus)、黃熱病毒 (yellow fever virus)			
毒素類	肉毒毒素(botulinum toxin)、產氣莢膜桿菌毒素 (clostridium perfringens toxin)、白喉桿菌毒素 (corynebacterium diphtheriae toxin)、金黃色葡萄球菌腸毒素 (staphylococcus aureus enterotoxin)、神經毒素(falcarinol)、破傷風毒素 (tetanus toxoid)			
其他類	普氏立克次體 (rickettsia prowazekii)			
	莢膜組織胞漿菌 (histoplasma capsulatum)			

資料來源：同註18；作者彙整。

肆、生物戰劑偵檢方法之研究進展

由於生物襲擊的不可預知性及生物武器發展的多樣性，人們很難事先進行完善的防禦。因此，快速檢測並確定生物戰劑的種類是疫情控制的關鍵，生物戰劑檢驗的結果，是判定是否遭受生物武器襲擊的主要依據。目前，隨著生物技術的發展，生物戰劑檢測與鑑定方法也有了較大的突破，開始向自動化、數位化方向發展。（註18）目前，已經開始使用和正在研製的生物戰劑檢測器主要有以下幾種：

一、微粒檢測器：

微粒檢測器（圖三）是已經投入實際使用的生物學檢測器，它從周圍的空氣中取樣並對一定大小的生物粒子進行計數，當粒子的數量超過設定閥值時，檢測器就會發出警報響聲。另一類型的微粒檢測器為雷射雷達掃描器，該裝置可發出雷達光，檢測其通路上被物體反射回來的雷達光，在空氣乾燥的條件下，

註18 Hawley RJ, Eitzen EJ, "Biological weapons-a primer for microbiologists" Annu Rev Microbiol, 2001, 55(3), p235.

這種雷射雷達裝置的有效檢測距離可達 50 公里，但它的缺點是不能把生物戰劑與塵埃、煙霧等區分；然儘管存在上述缺點，微粒檢測器對於指導人群從可能染有生物氣溶膠的危險區域及時撤離還是有一定的貢獻。



GWJ-5 型微粒檢測儀



GWJ-4 智慧微粒檢測儀

圖三 微粒檢測器型式示意圖

資料來源：<http://www.tdtf.cn/yaojian/gwj.htm>；作者彙整。

二、電子檢測器：

以往用來檢查炸藥與化學武器的電子鼻型檢測器（圖四），被改進後可用於檢測生物戰劑。如有一種檢測儀裝有多個由不同聚合物製成的栓子，其中每一種栓子都可吸收相應的特殊化合物，使其自身發生膨脹。因栓子中含有許多導電材料製成的微粒，當栓子未膨脹時，微粒彼此緊密地聚集在一起而導電；而當栓子發生膨脹時，微粒彼此分開使電流中斷，進而發出警報信號。目前尚有研究者正在設計能檢測出致病微生物代謝物的鼻型感應器，並希望為每一種生物戰劑都找到專一的聚合物栓子。利用細菌的休眠形態—孢子粉來警報的檢測器，當空氣中的細菌進入檢測器時，它們的正常代謝就會把未活化的養分分裂為活性養分，使檢測器中的孢子發育，孢子內部發生變化後放出光線，此時檢測器即可記錄到細胞的存在，通過專門設計未活化的養分可以使檢測具有專一性。“電子鼻”生物感測器是利用配備多個含有碳分子聚合物的感測器，空氣在穿過感測器時，由於所含物質的不同會改變聚合物的電阻，感測器的另一端會在電腦螢幕上繪出圖譜，每種微生物所帶來的圖譜都不相同。（註19）



圖四 感官電子化分析系統—電子鼻示意圖

資料來源：<http://www.instrument.com>.

註19 Stix G, “The universal biosensor-A drug company tries to make a detector that can find nearly any biopathogen” Sci Am, 2002, 287(5), 37.

三、抗體檢測器：

利用抗體檢測微生物表面分子，既能檢測出微生物，也能檢測出毒素，抗體晶片生物戰劑檢測器是將標記致病微生物黏附在蕊片的抗體上，將以螢光標記一層抗體加在中間時就會發出螢光信號。在檢測器中可同時安放幾種類型的抗體，而每一種抗體對不同的生物戰劑都具其專一性，且能同時檢測多種致病菌。（註20）還有一種可以連續收集致病菌的裝置，它是透過空氣取樣器捕捉空氣中的微生物，並與含微磁珠的液體混合在一起，每個磁珠上都塗有能與其特定微生物結合的螢光標記抗體，含有小磁珠的樣品溶液流過大約 1 根頭髮寬度的顯微通道時，遇到不含微生物的清潔水流，清潔水流與樣品溶液並行，不發生混合地向前流動，直到它們遇到通道中設置的異形物，放在異形物前面的磁鐵會吸住磁珠，結合到磁珠上的致病微生物隨清潔水流進檢測器中，檢測器根據螢光即可記錄到存在的致病微生物。此檢測器的主要優點是能從定量樣品中的成千上萬個無害的微生物中把標記病原微生物分離出來，而且可以區分樣品中的煙霧粒子和環境污染物，它也能連續地取樣並進行即時分析。（註21）

四、生物戰劑整合偵測系統：

生物戰劑整合偵測系統（Biological Integrated Detection System, BIDS）由車輛、防護設備、輔助裝備、動力系統及生物偵檢裝備等 5 個部分組成（如圖五），透過內建威脅戰劑圖譜和偵測結果比對，可在 45 分鐘內偵測並辨別出不同的試劑，整個系統兼具大範圍及半自動偵測/辨識能力，使用觸感式螢幕來操控，安全迅速，目前為美軍制式偵檢裝備。

五、結合式生物定點偵檢系統：

結合式生物定點偵檢系統（Joint Biological Point Detection System, JBPDs）可在一伺服平台下，提供定點生物偵檢的能力。以資料庫為基礎，15 分鐘內可完成自動偵測與判別（如圖六），提供美國海、空軍定點生物偵檢能力，屆時可取代其陸軍生物戰劑整合偵檢系統。



圖五 生物戰劑整合偵檢系統（BIDS） 圖六 結合式生物定點偵檢系統（JBPDs）

資料來源：Joint Service Chemical and Biological Defense Program. FY00-02 Overview 2001.

註20 Pavlin JA, Gilchrist MJ, Osweiler GD et al. "Diagnostic analyses of biological agent caused syndromes : laboratory and technical assistance" Emerg Med Clin North Am, 2002, 20(2), p331.

註21 Casagrande R, "Technology Against Terror" Sci Am, 2002, 287(4), p82.

六、結合式生物戰劑判別及症狀診斷系統：

結合式生物戰劑判別及症狀診斷系統（Joint Biological Agent Identification and Diagnosis System, JBAIDS）為一可對食物、藥物管理許可之症狀診斷設備，至少可同時判別 8 組生物戰劑及其濃度（如圖七）。



圖七 結合式生物戰劑判別及症狀診斷系統（JBAIDS）

資料來源：Joint Service Chemical and Biological Defense Program. FY00-02 Overview 2001.；作者編繪。

七、聯合生物遠程早期預警系統(圖八)：

聯合生物遠程早期預警系統(Joint Biological Remote Early Warn System, JBREWS)可透過微量逸散物的採集與化驗，並視結果決定是否向部隊發送局部地區警告。



圖八 聯合生物遠程早期預警系統(JBREWS)

資料來源：Joint Service Chemical and Biological Defense Program. Overview；作者彙整。

檢測生物戰劑的方法很多，還有生物傳感器、生物蕊片、質譜、色譜、免疫分析等。各有優缺點，從目前檢測技術發展的現狀來看細胞蕊片方法其分析速度、靈敏度、檢測範圍等均優於其它方法（註22），結果如圖九。

註22 Bian Guiguo, “Advancement in Research of Detecting Techniques for Bioterrorism Factors” Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2004, 14(5), p517.

檢測方法	監測對象			分析時間	靈敏菌數	可靠性	特異性	備註
	細菌	病毒	毒素					
微流檢測	✓	?	✓	<1 小時	>10	中上	中上	發展中
免疫試條	✓	✓	✓	<15 分鐘	>1000	中	中	商品化
PCR	✓	✓	—	10-60分鐘	>5	強	強	商品化
PCR蕊片	✓	✓	—	—	>100	很強	很強	發展中
細胞蕊片	✓	✓	✓	數秒鐘	>1	中上	中上	發展中
生物發光	✓	✓	—	數分鐘	>500	中下	差	商品化

圖九 各種生物戰劑檢測方法的比較示意圖

資料來源：同註 22；作者編彙。

伍、生物恐怖威脅的防禦對策

面對生物恐怖威脅，是身為國軍的我們必須負起的職責，在防禦對策上區分幾個方向作探討：

一、生物恐怖襲擊的醫學防護對策：

（一）提高醫學公共衛生應急能力：

在主要城市建立醫學應急部隊以提高局部地區的基礎防禦水準，以處理生物恐怖活動所帶來的後果。生物恐怖襲擊帶來醫療方面的問題有：大量的發病患者、必須建立早期的監測系統、需要特別的醫療區、由於感染造成醫務人員的減少、大量的污染物質等。因此，當生物恐怖襲擊發生時，必須儘早查明病原體，為有關人員配備防護裝備、消除傳染源、採取免疫措施、服用預防性藥物及控制感染等。

（二）加強防範生物恐怖襲擊的培訓與教育：

先進國家已將防禦生物恐怖的基本知識，納入國防教育、公共衛生和醫療人員的專業和繼續教育之中，在全體國民中普及面臨生物恐怖的生存、自救、互救知識和技能。這如此一來亦便於建立、健全群眾性疫情報告系統，使有疫情發生時可以做到早發現、早診斷、早報告、早隔離和早治療。

（三）加強國內自然疫源性疾病的調查研究：

根據發病特點、暴發流行趨勢、疾病流行規律和流行病學表現等，區分為自然疫源性疾病與人為傳播疾病，及早發現生物恐怖襲擊的流行病學線索，例如：非特異性感冒樣、消化道症狀等患者急劇增多，出現大量原因不明的疾病、症狀或死亡，大量出現相同疾病或症狀的病人，疾病異常的地理或季節分布，因動物源傳染病影響導致疾病暴發等。

（四）加強生物恐怖病原體的檢測和鑑定是確認遭受生物恐怖襲擊、追蹤傳染源、指導治療病患的基礎：

在標本的採集方面應包括受襲擊地區室內、外空氣樣品，可疑被污染水源，可疑被污染的物體表面，異常不明來源的昆蟲、動物及屍體和可疑污物如樹葉、土壤等，還有受襲擊地區未包裝的食品，病人的各種標本。其次標本的裝運必須使用乾冰或冰袋或在 4℃ 冷藏下儘快地運送至檢測實驗室。近年來，病原微生物的快速偵檢技術如生物感測器、生物晶片技術、免疫與核酸檢測等是主要發展方向。

（五）加強生物恐怖病原相關的基礎研究和防治研究：

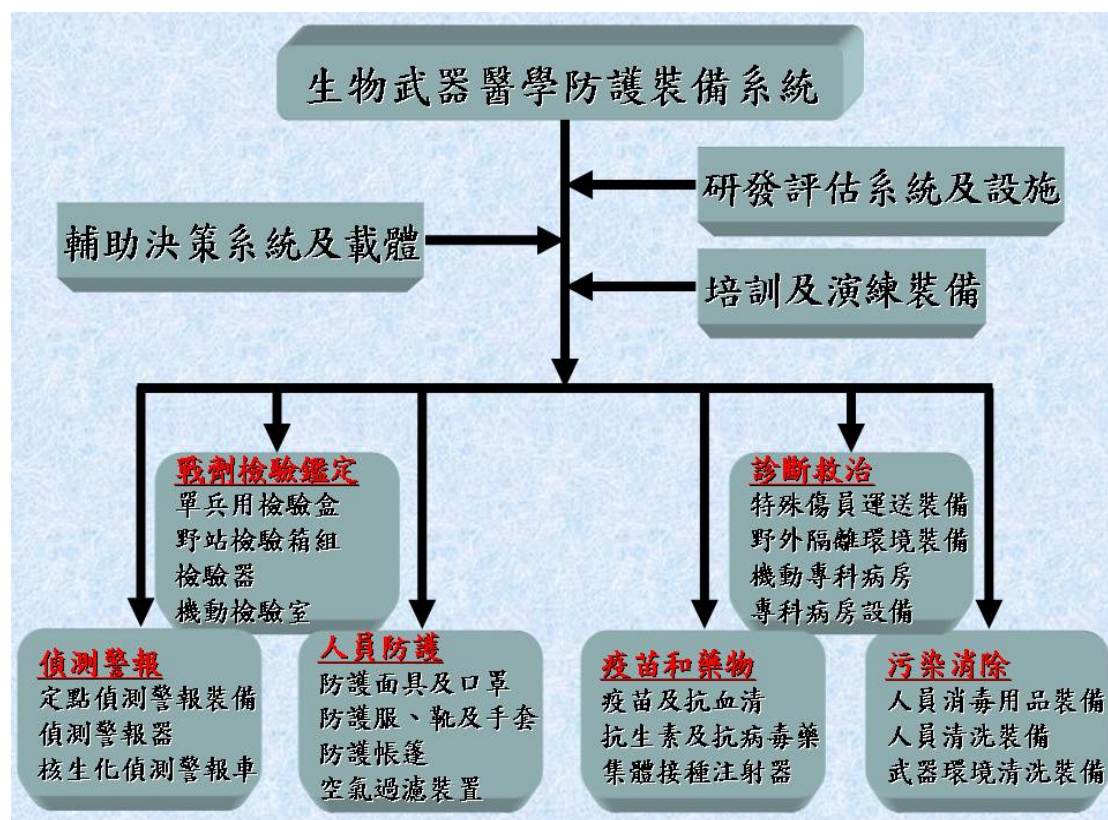
美國總統布希在 2003 年的國情咨文中宣布，為防範生化恐怖襲擊，美將實施“生物盾”計畫（註23）；這項預計耗資 60 億美元、為期 10 年的計畫，目的是使美國在遭受生化武器攻擊時，能迅速地獲取安全而有效的疫苗、藥物和治療手段。

二、生物恐怖襲擊的醫學防護裝備（註24）：

生化武器防護裝備伴隨著生化武器研製和理論與技術手段而發展。在生物防禦和生物安全領域內，以北約為代表的先進國家在生物醫學防護方面，已經形成功能齊全、技術配套的完整系統。美國、英國、法國、德國、義大利、日本、韓國、匈牙利、克羅地亞等多個國家軍隊都已經建立了各自的生化武器防護裝備體系，包括從生物戰劑偵測警報、檢驗檢定、物理防護、特殊預防、污染消除、診斷救治，到單兵防護和指揮與訓練 8 個關鍵環節的 23 個內容如圖十。

23 Fong T, “Long wait almost over. Project Bioshield measure nears final approval” Mod Healthc, 2004, 34(29), p18.

24 Ma J, Li JS, Du Xa et al, “Current Situation and Development of Biological Weapon Defense Medical Protection Equipment in Foreign Army” General Review, 2003, 2, p28-31.



圖十 生物武器醫學防護裝備系統示意圖

資料來源：同註 24；作者彙整。

三、生物恐怖襲擊的應對措施（註25）：

生化武器的防護原則與一般的防疫原則是一致的，平時的衛生防疫工作做得愈徹底，敵方進行生物戰的目的就愈難達到。由於敵方使用氣溶膠產生器直接撒布細菌，在傳播途徑和免疫上帶來一些新的問題，如蟲媒傳染病可經呼吸道感染，高濃度的生物戰劑可能突破一般免疫水準的保護力等等。因此，行政院衛生署與國防部軍醫局須建立健全各級衛生防疫及核對整合醫療機構，充分發動群眾，實行分區負責、嚴密監視、加強監測、及時發現和消除可疑生化武器，早期發現、隔離和治療病人，不但可消除敵方的生物戰劑的作用，亦可降低一般傳染病的發病率。生物恐怖的防護措施主要包括：

（一）監測：

監測的目的在及時發現和判斷是否遭受生物戰劑，提出緊急預防措施及進一步調查的辦法。監測工作須由專業隊伍（行政院衛生署、國防部軍醫局及化學兵專業部隊）來做，一旦發現，還要進行詳細的調查。平時應掌握國內外的有關情況，如研究生物戰劑的趨勢、裝備和貯存方面的情報，國內醫學地理、疫情歷史和現狀的資料等，包括空情、地情、蟲情、疫情等監測。

（二）生物恐怖事件的判斷：

註25 武桂珍、陳明亭、魏承毓，「生物恐怖的特點與應對措施」，《疾病監測》，2002 年，第 10 期，頁 391-393。

將監測和調查所得到的情資周密分析，作出正確的判斷。首先應周密分析反常現象，在實際工作中可遇到一些自然界的反常或傳染病流行的反常現象，往往很難和敵人使用生化武器的跡象相區別。

（三）採集標本送檢：

根據監測，採集各種投放物、被污染的物體、病人、屍體或動物等標本，送檢驗機構進行微生物學檢驗，以確定生物戰劑的種類，進行針對性防護措施。採樣注意以下事項：做好個人防護，不可用手直接採樣，採完後應將防護服裝或外衣、採樣工具等進行消毒處理，並對可疑受染的採集人進行醫學觀察。外界標本應在消毒、殺蟲及滅鼠之前採樣，病人標本應在投藥之前採樣。盛標本的容器應經過蒸煮並保持乾燥、清潔，註明採集地點、時間、標本數量、採集人姓名和單位等。為防止標本變質，應立即送檢。暫不能送檢時，應注意放在陰涼處或用保存液保存，為防止擴大傳染，應將標本嚴密包裝後再送檢。

（四）做好檢疫工作，及時處理污染區及疫區：

凡遭受生物戰劑污染的地區稱為污染區，而發生傳染病流行的地區為疫區。檢疫是對污染區和疫區進行衛生管理及疫情監督，其目的在早期發現病人、迅速隔離治療、防止疫情蔓延，以確保防疫措施之落實。實施檢疫應根據污染區或疫區的具體情況、生物戰劑的種類和施放方式等，分別採用不同的措施。對可疑受生化武器攻擊之檢疫，應對可疑現場採取保護措施，對接觸人員進行隨訪觀察，立即進行調查及檢驗，儘快作出判斷。對已確認受到生化武器攻擊時，應根據作戰情況，立即封鎖污染區。各封鎖區應完全隔離往來，對病人進行隔離治療，對生物戰劑受染者及病人密切接觸者進行隔離留驗。解除封鎖的條件是對污染區或疫區進行必要的衛生處理，如對敵投物進行徹底的消毒或撲滅；根據情況進行必要的殺蟲、滅鼠；對隔離區進行最後消毒，並從最後一例病人算起，經過一個最長潛伏期（鼠疫 9 天，霍亂 5 天，天花 16 天）仍無新的病人發生才解除封鎖。

（五）消毒：

在受到生物戰劑的污染後，化學兵專業部隊應對污染的地區進行徹底的消毒。

四、生物恐怖襲擊應急救援演練的程序：

生物恐怖襲擊應急救援對大多數衛生防疫人員來說仍是一個新課題，必須加強平時的訓練，特別是實戰演練，為達到演練效果，必須制定詳細的演練程序。

（一）演練程序設計的原則：

演練程序是演練的主要依據，演練程序的好壞，直接影響到演練效果和實戰能力的培養，所以必須制定一套切合實際、層次清晰、結構緊密的演練程序，並把握實戰性、科學性、可行性、操作性的原則。

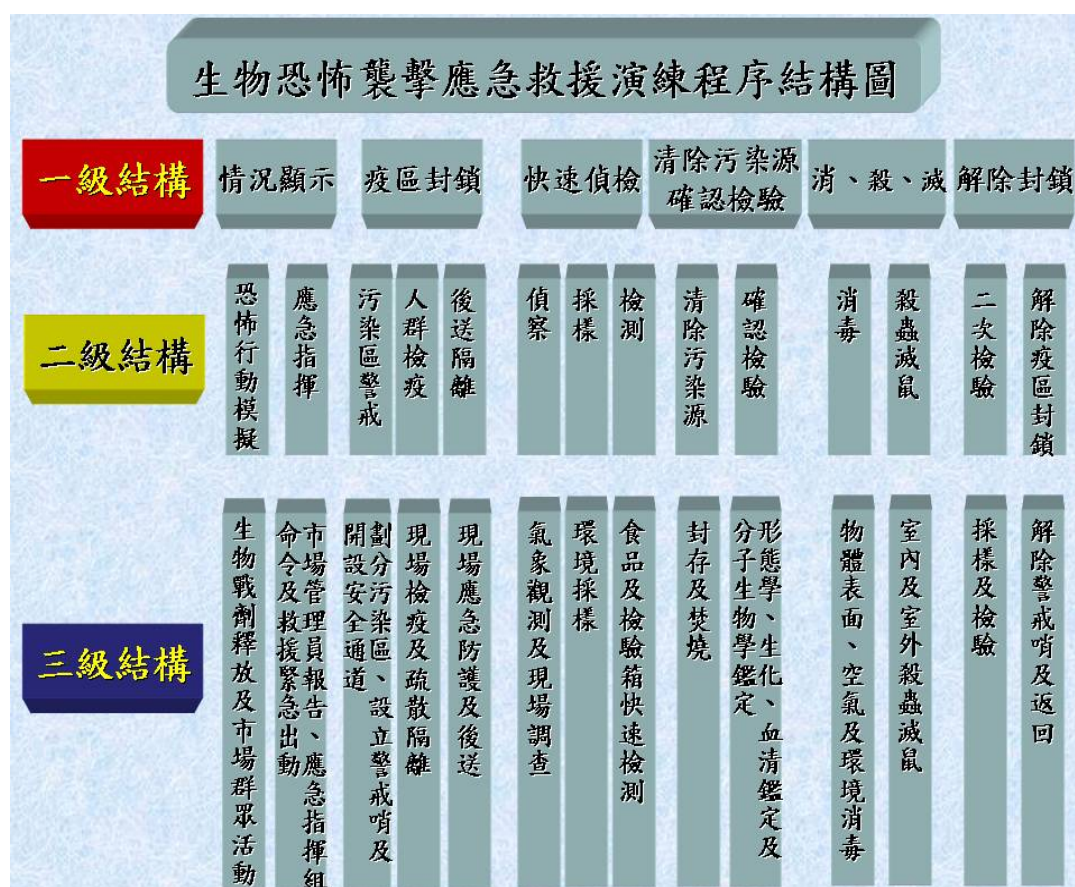
（二）演練程序設計的具體要求：

對於生物恐怖襲擊應急救援演練來講，一個好的演練程序，主要體現指揮關係、突出演練重點、強化學科特色，並達到主題明確、層次清晰、力求創

新。

（三）生物恐怖襲擊應急救援演練程序的內容及結構：

根據“偵、檢、消、防、治”生物恐怖襲擊應急救援的原則，制定確實可行的演練程序，應急救援隊演練編設指揮組、模擬組、警戒組、防疫組、偵察組、檢驗組、消（殺）滅組、醫療後送組，按照情況顯示、疫區封鎖、快速偵檢、清除污染源、確認檢驗、消毒殺蟲滅鼠、解除封鎖的順序演練。反恐生物恐怖襲擊應急救援演練程序分為三個層次，一級結構反應生物恐怖襲擊應急救援的基本特徵，從宏觀上對演練程序給予模組式的分割；二級結構反應演練的專業特色，從小一級層面對演練程序的基本內容進行區分；三級結構反應演練的基本步驟，從微觀上劃分演練程序的具體動作（如圖十一）。然而演練程序的結構是演練的基本框架，其合理性、嚴謹性決定著演練程序的好壞。



圖十一 生物恐怖襲擊應急救援演練程序結構示意圖

資料來源：同註 26；作者重新彙整。

陸、結論

生物恐怖主義襲擊的對象不分軍民，而且主要是城市無辜民眾，反生物恐怖主義在實質上就是生物安全和民眾生命安全防禦問題。為了有效防範生物恐怖的發生，盡可能地減少生物恐怖活動所造成的危害和損失，我們必須加強對各種恐怖活動的研究，應以民為主，軍民結合，加強生物防禦的能力。

無論是自然感染，還是生物恐怖和生物戰的發生，快速檢驗及鑑定是最為關鍵的手段，只有正確識別生物戰劑和生物恐怖因子的種類及含量，才能迅速處理生物恐怖奠定堅實的基礎。

生物恐怖襲擊應急救援演練是一個新課題，其演練程序的設計無現成的東西和固定的模式可利用，但可以借鑒國際、國內理論和成功的實際經驗，以及其他救援中的演練方法，同時要有所創新，特別吸收生物恐怖襲擊應急救援行動中所涉及學科的最新進展，把它們應用到演練中。

另外，隨著科技的發展，新型生物戰劑將給防護帶來更多的困難，因此，我們惟有建立起一流的防護隊伍（部隊），不斷提高生物武器的綜合防護能力，才能面對未來生物恐怖襲擊的挑戰。

致謝：本文感謝指導教授吳國輝博士及張怡穎博士之指導，使內容更臻完備。