

面對生物恐怖攻擊化學兵部隊應變作為之研究 - 以炭疽病為例



作者簡介

作者郭瑞安少校，畢業於理工學院 93 年班、中原大學化學研究所、陸院 106 年班。歷任排長、教參官、中隊長、參謀主任，現任司令部化參官。

提要

- 一、透過對生物恐怖攻擊威脅及炭疽病菌污染後應變之瞭解，探討化學兵執行是項案件之作為，建立我化學兵部隊執行生物反恐作為參據，並啟發生物反恐後續延伸之探討。
- 二、發生於 2001 年發生於美國本土炭疽粉末生物恐怖攻擊事件為目前唯一一起事件，故於探究本文前，筆者就生物恐怖主義定義、型態與特性、炭疽桿菌簡介等，引領讀者瞭解何為生物恐怖攻擊事件。
- 三、生物病原災害防救機制的啟動因應病原特性、災害規模、嚴重程度而定，以上均須藉由專業的疾病監視與疫情調查，一旦透過專業研判須啟動防救機制，依不同災害規模應啟動地方及中央生物病原災害應變中心。
- 四、救援部隊到達事件現場後，應依衛福部疾管署劃分之熱、暖、冷區要求憲警建立管制區，指揮所及偵消作業組依危害區分至指定地點實施開設及作業準備。

關鍵字：生物恐怖攻擊、炭疽桿菌、生物病原災害防救機制

前言

隨著生物科技的發展，當前生物恐怖攻擊威脅在非軍事上所造成國家安全影響不可忽視，而化學兵在生物反恐議題是絕對先鋒者的角色，故藉本篇文章研究炭疽恐攻之案例，建立是類案件我部隊之應變程序，「毋恃敵之不來，恃吾有以待之」，乃激發吾人產生研究之動機。

本研究課題旨在透過對生物恐怖攻擊威脅及炭疽病菌污染後應變之瞭解，探討化學兵執行是項案件之作為，並透過 2001 年美國遭炭疽恐攻之案例進行研析，期能藉研究發現與精進作為探討，建立我化學兵部隊執行生物反恐作為參據，並啟發生物反恐後續延伸之探討。

生物恐怖攻擊概述

幾十年前，鮮少發生生物恐怖攻擊事件，蓋因生物技術未趨成熟，而於 2001 年發生於美國本土炭疽粉末生物恐怖攻擊事件為目前唯一一起事件，故於探究本文前，筆者就生物恐怖主義定義、型態與特性、炭疽桿菌簡介等，

引領讀者瞭解何為生物恐怖攻擊事件。

一、生物恐怖主義定義、型態與特性

(一)定義

恐怖攻擊是指個人或團體為了政治、宗教、生態或其他的意識形態，使用各種手段，以製造大量傷亡、破壞以及動盪社會為主要目的，但不包含以搶奪金錢或有價財物的強盜行為。而生物恐怖攻擊則是以生物劑為攻擊媒介，依據我國衛生福利部疾病管制署定義：生物恐怖攻擊是指人為蓄意使用生物製劑(包含對人類、動物、植物有害的細菌、病毒或毒素等生物病原)作為攻擊武器，期造成民眾恐懼、焦慮、罹病甚或死亡。¹

(二)型態與特性

恐怖分為達其目的，因應當時的社會環境與背景，以不同攻擊型態散佈生物劑，目前所知方式包括病原氣溶膠、污染水源和食物、散布帶菌昆蟲等方式，因此生物恐怖攻擊的目標不僅只針對人，而也可能針對農產品等其他目標。

生物恐怖攻擊與生物戰相比，在生物劑的施放與襲擊造成的效果不同生物恐怖攻擊目的在於造成社會動盪不安、恐慌等，所以手段比較隱密；而生物戰是以生物戰劑作為武器使用，並以殺傷敵人為主，危害範圍亦較大。另與核、化、爆等恐怖活動相比，生物恐怖具有以下特性：

1.隱蔽性強

生物恐怖的發生與自然疾病的爆發之間有許多相似的地方，一般人員很難辨認是生物恐怖攻擊或是自然爆發疾病。

2.傳染性強：

生物恐怖攻擊常以活的生物體作為媒介，不但能在人體內繁殖，並且透過人傳人或人污染物品再傳染給人的方式，導致群聚感染與環境污染。

3.釋放方式多樣

當作為恐怖攻擊運用時，可以通過病原氣溶膠、污染水源和食物、散布帶菌昆蟲等方式釋放，且地點難查。

4.生產容易、成本低廉

隨著生物技術的發展，生物劑的大量生產愈來愈方便且低廉。

5.污染面積廣大

當生物劑以氣溶膠方式散布，其造成的污染面積通常最大，且透過人與人彼此傳染及便利的交通方式，污染面積常出乎計算。

1 衛福部官網，<http://www.cdc.gov.tw/生物恐怖攻擊應變及防護Q & A>(檢索日期:2016 年 12 月 9 日)

6. 影響時間長

生物恐怖運用的生物劑對環境造成污染通常難徹底消毒，被污染的環境極易變成疫源地，造成長遠損失與影響。²

二、生物劑特性與類別

(一) 生物劑特性

生物劑是生物武器的主要成分，是對人類、農作物及動物有害的病毒、細菌、真菌或有毒製品等，而不是每一種病菌或毒素都適合武器化，而應包括以下幾種重要特性。

表 1 生物劑重要特性表³

要 求	期 望 特 性
能夠持續作用(致死、致殘或農作損害)	動用軍隊才能有效進行防護
能夠大規模生產	敵方難以檢測和防護
生產、儲存及運輸過程具有穩定性	潛伏期短且可以預見
能夠有效傳播	持續時間短，有利後續感染區作業
傳播過程中保持穩定	透過多種釋放方式，使一個以上的目標感染，而產生預期心理效應

資料來源:US Departments of Army and Air Force Military Biology and Biological Agent(1964)Departments of Army and Air Force Technical Manual 3-216

除了致病性，試劑的穩定性也是重要的選擇特性；從歷次的生物恐攻來看，生物劑本身的一些特性成為影響選擇的主要因素，如試劑的有效性、生產及施放的難易度等；就以導致炭疽熱的炭疽菌，人們可以從頻繁爆發炭疽熱的家畜提取病菌，加工然後對人施放。

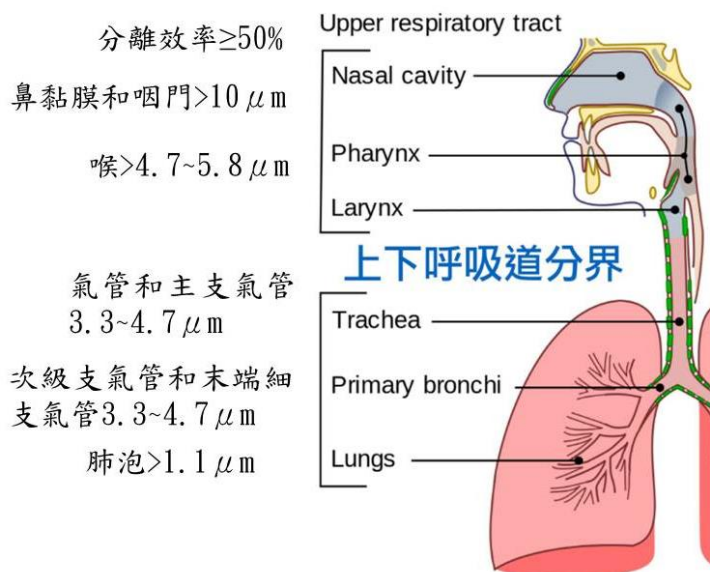
散布方式其中又以氣溶膠最為有效，因為該方法能夠在很長距離內傳播病毒，並有效感染個體，而為了有效感染個體，則氣膠粒徑須在 1~10 μ m，在這一範圍才是可入的。⁴

²黃培堂，《如何應對生物恐怖》，科學出版社，頁 5-6

³US Departments of Army and Air Force Military Biology and Biological Agent(1964)Departments of Army and Air Force Technical Manual 3-216

⁴Alibek,K(2001)Mighty Microbe,Defence Review,F33612-91-D-0652,No.0002,p44

圖 1 氣溶膠對呼吸道作用



資料來源:作者參考 DIN ISO7708VDI 2463 B1.1 Grasby&Anderson 自繪

(二)生物劑類別

生物劑分類依其危害程度概分區分 A、B、C 等三級。⁵2000 年 4 月 21 日美國將可能用於生物恐怖襲擊的病原體根據對社會的危害程度分為 A、B、C 三類，其中天花病毒、炭疽桿菌、鼠疫桿菌和肉毒桿菌毒素等由於易傳播或可在人與人之間進行傳播，並可引起很高的死亡率而被列為危害性最大的 A 類病原體，⁶如表 2，並依致病性、傳播容易程度、人與人間傳播特性、感染後致病率等因素⁷，德國亦有類似之生物劑清單。

表 2 我國參照美國衛福部對生物劑之分類表⁸

類別	標準	病原
A	因以下因素對國家安全影響最大:散播容易或可由人傳人死亡率高，對公衛影響重大造成大眾恐慌與社會崩潰須特殊的公共衛生整備	天花病毒、炭疽桿菌、鼠疫桿菌、肉毒桿菌、兔熱菌、病毒性出血熱、Q 熱貝式科斯體、委內瑞拉馬腦炎病毒
B	散播能力中等發病率中等，死亡率低須加強其診斷與監視量能	布魯氏桿菌群、鼻疽菌、麻毒素、B 型金黃色葡萄球菌內毒素、霍亂弧菌、沙門氏菌
C	容易取得、容易製造及散播具高發生率	立百病毒、漢他病毒

⁵楊福助，〈生物恐怖威脅與防禦對策研析〉，《核生化防護半年刊》，第 81 期，頁 21。

⁶ 2009/1/7 防範“生物、化學恐怖襲擊”的對策探討⁷

⁷生物恐怖防禦，黃培堂，科學出版社，頁 62-63

⁸衛福部疾管局《生物戰劑介紹》資料

、高死亡率之潛能	
----------	--

資料來源:衛福部《生物戰劑介紹》資料 http://www.ahrfb.gov.cn/News_View.asp?NewsID=3907(檢索日期:2017 年 6 月 29 日)

三、炭疽病原概述⁹

(一)概述

炭疽桿菌大小約 4×1 微米(μm), 為革蘭氏陽性、嗜氧或兼性厭氧桿菌, 常排列成鍊狀, 在缺氧時會形成莢膜。¹⁰炭疽桿菌生長體能產生大小約 2×1 微米的孢子, 生成孢子時對冷、熱、酸鹼度、乾燥、化學物質、放射線等抵抗力極強, 能存活於土壤、環境、感染的獸毛中達數十年, 一旦環境適合則再度萌芽、增殖。¹¹

圖 2 顯微鏡攝炭疽桿菌

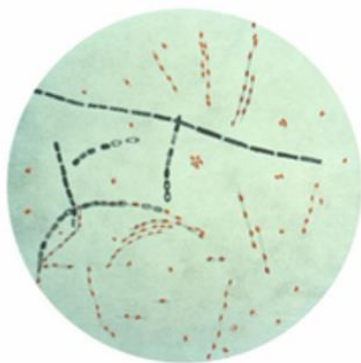
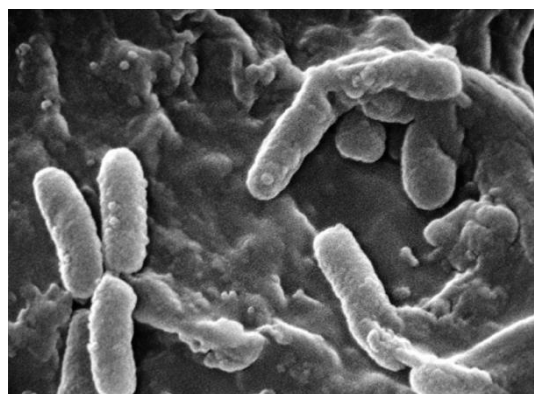


圖 3 SEM 拍攝炭疽桿菌



資料來源：<https://commons.wikimedia.org/wiki/File>

(二)毒性作用機理¹²

炭疽桿菌的毒性主要與莢膜及毒素有關；莢膜可以幫助菌體免於白血球吞噬作用¹³；毒素包含防禦抗原(Protective Antigen, PA)、致死毒素(Lethal Factor, LF)及水腫毒素(Edema Factor, EF)三種成分, 各成分不能單獨產生病理作用, 防禦抗原會與感染者細胞上的受體結合, 協助致死毒素、水腫毒素進入細胞, 引發炭疽病相關症狀, 當防禦抗原與浮腫抗原結合則會產生浮腫現象, 防禦抗原與致死抗原結合則產生致死現象, 如圖 6。

9衛福部 2013 年炭疽病(Anthrax)》工作手冊

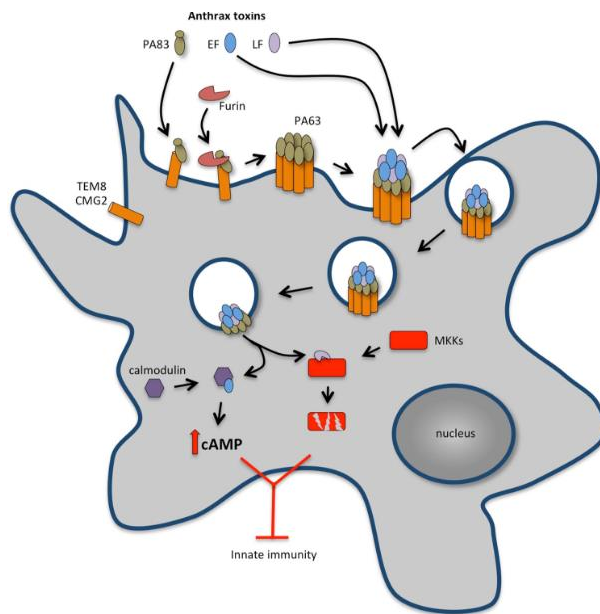
10胡自強, 生物武器運用方式與因應作為之探討, 《核生化防護半年刊》, 第 92-6 期, 頁 7

11<https://commons.wikimedia.org/wiki/File>

12《化學、生物兵器概論》, 井上尚英、杜祖健, 頁 125

13 http://journal.frontiersin.org/article/Bacterial_Toxins_as_Pathogen_Weapons_Against_Phagocytes

圖 4 炭疽桿菌進入細胞病理機制圖



資料來源：Bacterial Toxins as Pathogen Weapons Against Phagocytes，
<http://journal.frontiersin.org/>

(三)傳染方式

依感染途徑可分為三型：

1.皮膚型炭疽(cutaneous anthrax)¹⁴

占人類炭疽比例超過 95%，給予適當抗生素治療後死亡率小於 1%，但如果未經治療，可能因臉部或頸部水腫導致呼吸道阻塞及續發性蜂窩性組織炎或腦炎，死亡率可達 10~40%，人與人直接傳染機率極低，醫療人員一般情況下不須予以預防藥物。

2.吸入型炭疽(inhalational anthrax)¹⁵

又稱為肺部炭疽(pulmonary anthrax)、毛工病(Woolsorters'disease)或拾垃圾者病(Ragpicker's disease)，係吸入大量炭疽桿菌孢子而感染(感染劑量約 8,000~10,000 個孢子)，死亡率高。在疾病初期症狀無特異性，似一般感冒，病徵可能包含輕微發燒、寒顫、倦怠、頭痛、咳嗽、胸悶、肌肉酸痛等，症狀可能持續 1 至數天，隨後病程進展快速，突然發生呼吸困難、發紺、敗血症、休克、昏迷，可能在 24~36 小時內死亡。吸入型炭疽初期臨床診斷相當困難，須仰賴病史資料，胸部 X 光片會呈現縱膈腔變寬，也常見肺部浸潤及肋膜積水等異常。

3.腸胃型炭疽

14潘銘正、姜湘楹、林錫勳，《炭疽病》，頁 106

15衛福部 2013 年《炭疽病(Anthrax)》工作手冊

主要因為食入未煮熟且遭炭疽桿菌污染的食物，臨床表現為口咽炭疽及腸胃炭疽，以腸胃炭疽較常見。口咽炭疽侷限於口腔，好發於頰黏膜、舌、扁桃腺及後咽壁，儘管給予治療，其死亡率仍然相當高，發病至死亡約 2~5 天。

炭疽恐攻事件研析

一、美國炭疽恐攻事件研析

(一)主要經過及發病情形

2001 年 9 月 4 日美國媒體公司(AMI)旗下的《太陽報》編輯部辦公室收到一封奇怪的信件，內含有“滑膩的白色粉末”，員工 Robert Stevens 等人皆接觸過這封信，結果造成該員工死亡，也這這一系列炭疽恐攻的第一位死亡人員，後來在其使用的電腦鍵盤上查到了炭疽桿菌。¹⁶同年 10 月 9 日，國會議員(Tom Daschle 和 Patrick Leahy)也收到類似的信件，¹⁷如附圖 8、9。

圖 5 9 月 18 日炭疽信件

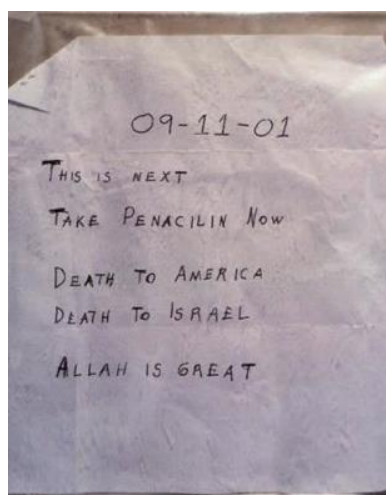
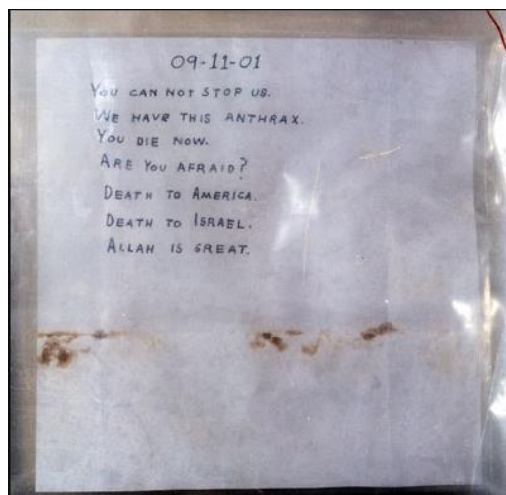


圖 6 10 月 9 日炭疽信件



資料來源:<http://www.anthraxinvestigation.com/FBI-1a>

從上述發現，導致這系列炭疽恐攻的郵件襲擊共計有三起，並感染 22 員的病例，主要多為處理含白色粉末的郵局工作人員或人員於污染區遭受二次感染，這其中有 18 例為確診，4 例為疑似感染，吸入型炭疽及皮膚型炭疽感染病患各占一半(表 3)，死亡 5 例，致死率 22.72%，病死者皆為吸入型炭疽，肺炭疽致死率 45.45%，未死亡人員占 31.83%，發病人員以接觸郵件人員為主，如表 4。¹⁸

16黃培堂，〈生物恐怖防禦〉，《科學出版社》，頁 214-215

17林裕翔，〈生物病原災害案例研討-以美國炭疽恐怖攻擊事件為例〉，《核生化防護半年刊》，第 92-6 期，頁 7

18黃培堂，〈生物恐怖防禦〉，《科學出版社》，頁 76

表 3 炭疽病例時間、地區分布表

地區	類型	例數		最早日期		曝露場所
		發病	死亡	發病	確診	
佛羅里達	吸入型	2	1	0922	1004	郵局 1 媒體 1
紐約	吸入型	1	1	0925	1012	郵局 3 媒體 5
	皮膚型	7*	0			
新澤西	吸入型	2	0	0928	1018	郵局 4 書店 1
	皮膚型	3*	0			
馬里蘭	吸入型	3	2	1016	1021	郵局 3
維吉尼亞	吸入型	2	0	1022	1025	郵局 2
賓州	吸入型	1	0	1014	1019	郵局 1
康涅狄格	吸入型	1	1	1114	1121	不明 1
合計	吸入型	11	5	-	-	郵局 14 媒體 6 其他 2
	皮膚型	11	0			
附記	*為疑似案例					

資料來源:黃培堂，〈生物恐怖防禦〉，《科學出版社》，頁 214-215

表 4 美國遭炭疽恐攻 22 例病癥分析表

病例特徵	全部病例(22 員)	吸入型炭疽(11 員)	皮膚型炭疽(11 員)
平均年齡	46 歲 (6 個月-94 歲)	56 歲 (43 歲-94 歲)	35 歲 (0-51 歲)
男性(占病例比例)	12(55%)	7(64%)	5(45%)
職業及曝露場所			
郵件處理人員 (占病例比例)	12(55%)	8(73%)	4(36%)
媒體公司雇員 (占病例比例)	6(27%)	1(9%)	5(45%)
其他(占病例比例)	4(18%)	2(18%)	2(18%)
死亡數(病死率)	5(23%)	5(45%)	0(0%)
炭疽信件曝露史			
9 月 18 日 (占病例比例)	11(50%)	2(18%)	9(81%)
10 月 9 日 (占病例比例)	8(36%)	7(64%)	1(9%)

資料來源:黃培堂，〈生物恐怖防禦〉，《科學出版社》，頁 76

(二)處置概況

在 2001 年之前，美國從未遭遇這類生物恐攻事件，故一開始處置十分混亂，為了更有效處理事件，美國健康與公共服務部(HHS, Department of Health and Human Services)特別成立了公共衛生應變辦公室，並協調相關單位共同應處；對發現炭疽郵件的場所、郵件裝運輸具實施偵檢、消毒；對病患及疑似感染人員實施隔離與治療；並持續加強公民對病情應變認知。¹⁹

在炭疽病患出現初期，美國 CDC(Centers for Disease Control and Prevention)成立機動指揮所，指派流行病學家、微生物學家等進駐，並編成應變隊及救護隊等成員，接續，發現可疑粉末及污染時，立即封鎖現場、採樣檢驗、確定是否含生物劑、何種生物劑、現場除污、追蹤感染者等。

在這次的事件，美國驗證了生物恐攻應變時的三個樣態，第一是發現異常疾病，並查證為非自然疫情，快速控制疫情及應變工作。第二是發現生物恐攻動向，從發現白色粉末，可疑郵件等，檢驗確定是否有含生物劑，從而確定污染區與程度，執行應變工作。第三是炭疽期間發生數量不少的惡作劇事件。

二、我國國軍部隊在炭疽事件應變準據

我國生物病原災害應變流程區分減災整備、緊急應變、復原重建等三個階段。²⁰

(一)各級生物病原災害應變中心啟動機制

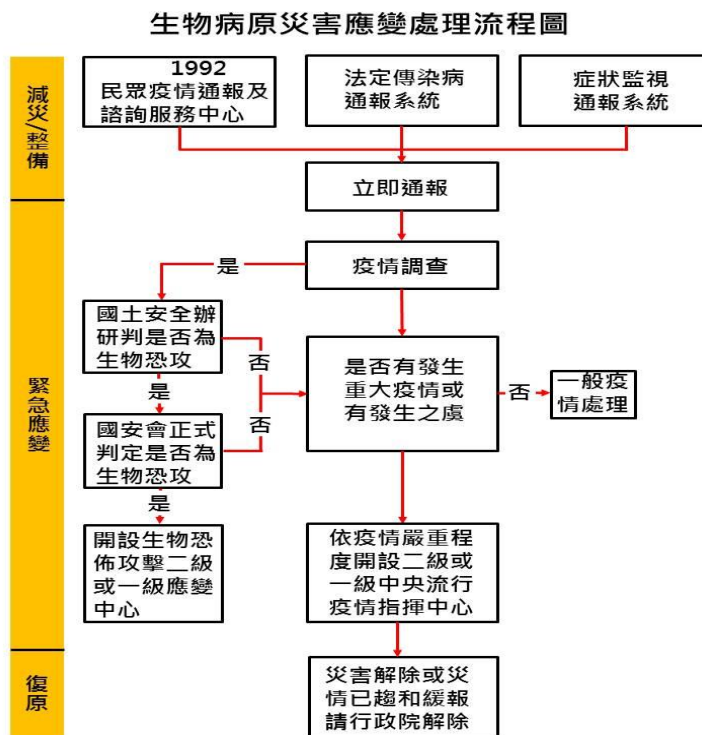
基層醫師或是急診室的醫師，通常會是第一個發現受生物恐怖攻擊的人，地方政府接獲通報即行處置，視狀況協請國防部軍醫局，組訓疾病管制局各分局及各地區感染症醫療網之人員編成生物防護應變隊支援，依災情程度決策成立災害應變中心。²¹

19《生物恐怖防禦》，黃培堂，科學出版社，頁 217

20衛福部，生物病原災害防救業務計畫-第四版附錄二

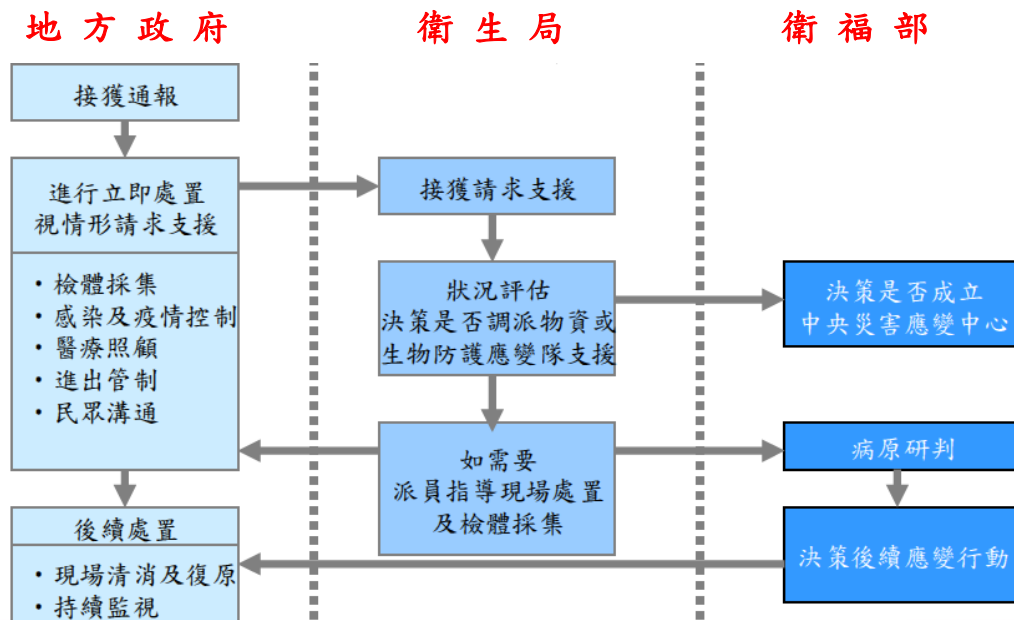
21衛福部，CDC 生物恐怖攻擊認識及其應變教材

圖 7 生物病原災害應變流程圖²²



資料來源:參考生物病原災害防救計畫-第四版自繪

圖 8 我國反生物恐怖攻擊應變流程²³



資料來源:衛福部生物恐怖攻擊認識及其應變教材

22衛福部，生物病原災害防救業務計畫-第四版附錄二

23衛福部，CDC 生物恐怖攻擊認識及其應變教材

生物病原災害防救機制的啟動因應病原特性、災害規模、嚴重程度而定，以上均須藉由專業的疾病監視與疫情調查，一旦透過專業研判須啟動防救機制，依不同災害規模應啟動地方及中央生物病原災害應變中心。²⁴

1.地方生物病原災害應變中心

依地方政府轄區內傳染病未發生但有發生之虞，如鄰近區域疫情發生，對居民健康、社區安全及地方經濟可能產生重大危害，且對該地區醫療資源產生嚴重負荷時，地方主管機關認有統籌之責。

2.中央生物病原災害應變中心啟動機制

衛生福利部發現生物病原造成國內、外傳染病未發生但有發生之虞時，應依專業判斷，視災害規模，考量傳染途徑、疫情狀況及跨縣市流行疫情嚴重度等，於出現下列任一狀況時啟動應變機制：

- (1)對國家安全、社會經濟、人民健康造成重大衝擊，且須中央醫療或經濟支援。
- (2)傳染病跨區域爆發，且對該區域醫療資源產生嚴重負荷，須進行跨區域住院隔離、醫療支援、人力調度、疏散病患。

3.反恐應變中心轉換機制²⁵

(1)反生恐二級應變中心：

「行政院反恐怖行動管控辦公室」依據國安局「反恐怖情報綜合整合中心」提供之情資，進行初步研判，並經「國安會情勢綜合研判小組」正式提出判訂結果，確定已發生生物恐怖攻擊事件，轉換成立「反生物恐怖攻擊二級應變中心」。

(2)反生恐一級應變中心：

A.同時有二種以上恐攻事件發生

B.事件所影響區域太廣

C.事件所延續時間太長

D.事件影響造成嚴重後果，導致「二級應變中心」不適用時，行政院於接獲報告，確認業管範圍與恐怖攻擊事件關係密切之應變組後，依循我國反恐機制之運作，以其「二級應變中心」架構為基礎，開設「一級應變中心」，並派任總指揮官，「一級應變中心」各分組之作業方式與在「二級應變中心」內相同。

(3)反生恐現地應變中心：

²⁴我國疾管署生物病原災害防救業務計畫，頁 30

²⁵行政院衛生服務部編印，反生物恐怖攻擊應變組應變計畫(草案)(臺北，行政院衛福部，2006 年 4 月)，頁 39-40。

各縣市政府視生物恐怖活動發生之病原、危害等實際狀況，設立「反生物恐怖攻擊縣市應變中心」，由各縣市政府首長擔任指揮官，各縣市政府副首長擔任副指揮官，執行官由各縣市政府衛生局局長擔任，並遵照「反恐怖攻擊一級應變中心」或「反生物恐怖攻擊二級應變中心」之指導，並依據現場動態發展，指揮「前進指揮所」執行第一線反生物恐怖救災救護工作。

(4)前進指揮所：

各縣市政府依權責設立「反生物恐怖攻擊縣市應變中心」後，於疫區成立「前進指揮所」，疾病管制局之「生物防護應變隊」與國防部之「應變部隊」進駐「前進指揮所」，遵照「前進指揮所」指揮官之指導，並依據現場動態發展，執行第一線反生物恐怖救災救護工作。縣、市應變中心得報請中央指派專家擔任「前進指揮所」之指揮官。

(二)國軍所負職責

各中央業務主管機關及地方政府於發生生物病原攻擊事件時，得依傳染病防治法第十八條、災害防救法第十五條及全民防衛動員準備法之相關規定，結合全民防衛動員準備體系，視程度成立在一級或二級生物病原中央災害應變中心開設，國防部則於作業群組執行各項防救災工作事宜。

在作業群組中，除支援調度組責由國防部主導，經濟部、交通部、行政院海岸巡防署、內政部(警政署、營建署、消防署)配合參與外，搜索救援組、疏散撤離組、收容安置組、水電維生組、醫衛環保組、輻災救援組等執行組國防部則配合參與。

參照生物病原災害防救業務計畫，於災害初期處理階段，衛生福利部及地方政府必要時即會請求國防部等相關機關支援環境偵檢、各層級清消、除污作業及協助環境檢體之採集。²⁶

(三)化學兵部隊支援事項

衛福部依據行政院反恐怖行動應變編組及權責劃分，因應可能之生物恐怖攻擊事件現場處置，委託國防部軍醫局，組訓疾病管制局各分局及各地區感染症醫療網之第一線生物防護應變專業人員。²⁷於狀況發生時，第一時間任務編組 20~30 名完訓人員編成「生物防護應變隊」立即投入，負責事件現場之指揮管制與專業處置等相關應變作為。

化學兵部隊於災害初期處理及災後復原處理在地方政府無法因應攻擊事件引發的污染擴散，得依令協助各項人員洗消、車輛除污及環境消毒。²⁸

26生物病原災害業務計畫-第四版(中央災害防救會報第 35 會議核定)，頁 58-59

27林維安，《淺析對生恐攻擊之偵知與應變作為》，聯合後勤季刊 26 期頁 81

28《生物病原災害應援作業手冊》，1-21

三、炭疽恐攻事件我化學兵部隊應變作為

(一)災情蒐集、通報階段

1.攻擊徵候

基層醫師或是急診室的醫師，通常會是第一個發現生物恐怖攻擊的人，但是以這種方式要發現生物恐怖攻擊是能力有限的。一方面是基層醫師大多對生物戰劑所造成的症狀並不熟悉，加上這些都是罕見案例，在第一時間可能造成誤診。而生物恐怖攻擊的流行病學徵候如下列，是可先期掌握的，在尚未接獲命令時，化學兵部隊可針對表 5 徵候持續掌握、研判災害發展狀況，先期完成整備。

表 5 生物恐怖攻擊可能徵候表²⁹

項次	生物恐攻可能徵候
1	襲擊後 48-72 小時(使用微生物)或幾分鐘至幾小時(使用毒素)出現大規模人員傷亡
2	在曝露人員中出現大量臨床病例
3	對一個地理區域出現非常異常疾病(如委內瑞拉馬腦炎出現在歐洲)
4	在環境因素不利某一流行病傳播，卻出現大量感染人員
5	在自然情況下出現呼吸道疾病異常流行-氣溶膠襲擊徵候
6	傷亡分布沿下風方向
7	在室內(帶空氣過濾或密閉通風系統)的房間比曝露在室外受到襲擊機率較低
8	看到襲擊或有明確的施放系統(從中容易分離或鑑定出生物劑)
9	在污染源附近曝露之人員迅速死亡

資料來源:黃培堂，《生物恐怖防禦》，頁 104

2.整備考量

化學兵部隊指揮官於獲得初期資訊後，應儘可能設想可能面臨所有問題，尤其是預測意想不到之情況及執行救援任務有關因素等，如污染區仍可能有恐怖份子或爆炸裝置，則協請相關單位維護作業安全，可針對下表因素實施考量，確保任務整備方針。

²⁹黃培堂，《生物恐怖防禦》，頁 104

表 6 化學兵部隊於駐地及抵達現場考慮問題表³⁰

項次	化學兵部隊於駐地及抵達現場考慮問題
1	儘可能設想可能面臨所有問題，尤其是預測意想不到之情況
2	對當地的自然狀況，如天氣、襲擊時間、襲擊地點與警報內容進行分析評估
3	如果認為有必要，透過管道請專業部隊支援並等待進一步指示
4	考量進入現場之最佳路徑
5	若存在爆炸裝置，則可能在進入現場時因障礙物而影響行動
6	確定風向
7	若不熟悉當地情況，則請求援助獲得從兩個不同方向到達事故現場的可能最佳路線
8	無論民眾對事故如何傳述，都要對可能由空氣傳播保持警惕，從上風進入現場
9	考慮救援部隊須要何種防護裝備(行動裝置、防護等級)
10	預測現場可能仍存在自然或人為造成的多種危險物質
11	現場是否還有其他危險裝置

資料來源:黃培堂，《生物恐怖防禦》，頁 106

(二)災害應變處理階段

1.應變策略

生物恐怖攻擊世界衛生組織曾對H5N1 的疫情，提出「快速圍堵」政策。可引用為應變生物恐怖攻擊時的處置。圍堵政策的目的是在於遏止或延緩疫情流行擴散，故須在生物攻擊產生或發現初期執行方具效果。³¹

「快速圍堵(Rapid containment)」不等於「快速因應(Rapid response)」。快速因應係指發現病例立即採取防治作為，化學兵部隊於災害初期處理階段，依令進入污染熱區協力污染控制等；而快速圍堵則是針對已發病民眾或族群，以及因調查所產生接觸之其他人員，進行隔離觀察，化學兵部隊於圍堵外圍區域以防範污染擴散為主，協力執行採取偵消作為。

所以無論是否採取快速圍堵措施，只要偵查到生物武器攻擊的現象，均應立即實施各項快速因應措施。執行快速圍堵將會耗費大量的人力與物力成本，務須審慎考量執行能力、後勤資源、安全維護、政治環境等諸般因素。

³⁰黃培堂，《生物恐怖防禦》，頁 104

³¹《聯合後勤季刊 26 期-淺析對生恐攻擊之偵知與應變作為》，林維安，頁 83

2.救援程序：

許多恐怖攻擊常利用核生化毒物製造傷亡及區域污染，這種以毒物製造人為災害的方式是目前世界各國所關注的重點。依照美國緊急應變研究協會(Emergency Response & Research Institute,ERRI)對核生化等毒物攻擊事件提出的應變建議如下：³²

- (1)事件評估及研判。
- (2)現場管制與周界建立。
- (3)毒物鑑定與資訊蒐集。
- (4)選擇適當防護具。
- (5)建立除污區。
- (6)進出動線規劃及器材準備。
- (7)進入污染區移出傷者。
- (8)圍堵污染物。
- (9)中和污染物。
- (10)應變人員及傷者除污。
- (11)檢傷分類。
- (12)傷患照顧。
- (13)醫院專業診療。
- (14)特殊照顧及解毒劑使用。
- (15)將病患送至合適醫院。
- (16)應變人員與裝備的評估檢查。
- (17)證據蒐集。
- (18)最終清除及復原。
- (19)紀錄保存。
- (20)完成行動計畫的分析與建議。

在上述應變過程中，以炭疽恐攻事件應變為例，化學兵專業人力可能參與的部分包括其中第 1、2、3、4、5、6、9、10、18 項，特別是在協助狀況研判、選擇適當防護具、建立除污區、應變人員及傷者除污、最終清除及復原等 5 方面。³³考慮未來任務需求，化學兵有必要釐清本身權責及任務執行重點，再考慮編組、裝備及訓練方面的問題。

32美國緊急應變研究協會(Emergency Response & Research Institute,ERRI)針對生化恐怖攻擊所提出的應變步驟，<http://www.emergency.com/cbwlesn1.htm>

33《核生化防護半年刊 84-2-生物恐怖攻擊救災消毒之研究》，賴振國博士，頁 43

3.救援要領

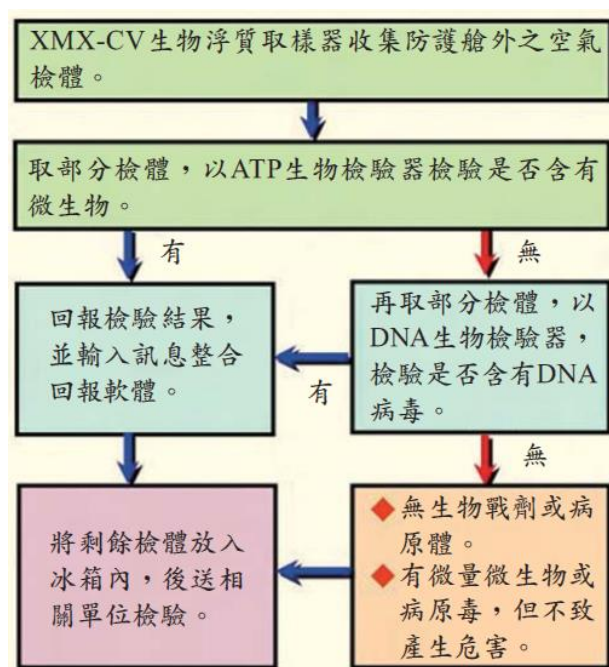
(1)協助狀況研判

災害現場研判與下風危害判定權責為衛生署疾管局、預醫所生物防護應變隊與醫療部隊，化學兵救援部隊依研判結果，以為消毒設施開設位置之依據。

我化學兵部隊核生化偵檢車編配備 XMX-CV 生物浮質取樣器、ATP 生物偵檢器等，於可針對炭疽病實施偵檢測作業。

化學兵偵檢組人員先以 XMX-CV 生物浮質取樣器收集防護艙外懸浮微粒，作為生物偵檢器所需之檢體，先以 ATP 生物偵檢器檢驗，若無反應則以 DNA 生物偵檢器再次檢測。³⁴

圖 9 生物檢驗系統運作流程³⁵



資料來源:《陸軍核生化偵檢車(第一版)(中冊)》

(2)選擇適當防護具

炭疽桿菌孢子存在且累積至一定程度後，才可能透過相關傳染途徑造成宿主感染，以吸入感染為例，美國國防部的資料顯示：引起人類感染的 ID₅₀ 約為 8,000~10,000 個孢子，但當吸入微粒的直徑大於 5 μm，就算被吸入，也很難到達肺泡；因此，炭疽桿菌孢子所附著的氣膠微粒大小，高度影響了感染的可能性。

(3)建立除污區

A.報到

34 《陸軍核生化偵檢車(第一版)(中冊)》

35 《陸軍核生化偵檢車(第一版)(中冊)》

104-6 面對生物恐怖攻擊化學兵部隊應變作為之研究

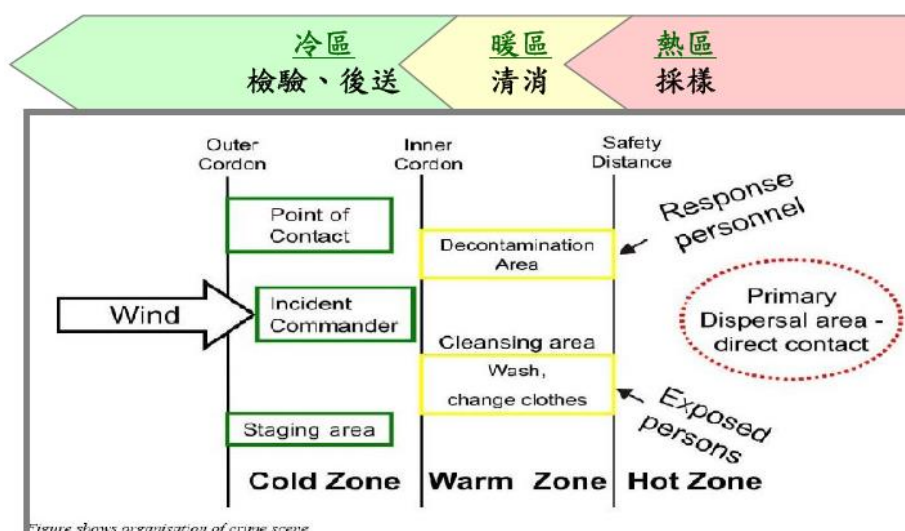
救援部隊抵達作業地區，即應向前進指揮所指揮官報到，並報告作業能量、限制因素，並確認事件發展現況，完成災害對消除作業影響評估。

依據現場危害評估，採取至當防護措施，特須注意作業人員穿著 B 級防護服(含以上)，應優先考量空氣鋼瓶內氣體可用時間，場外指揮人員應隨時監控，適時提醒撤出時間。

B.建立管制區與開設消除設施

救援部隊到達事件現場後，應依衛生署疾管局劃分之熱、暖、冷區要求憲警建立管制區，指揮所及偵消作業組依危害區分至指定地點實施開設及作業準備。

圖 10 生物事件應變配置圖³⁶



資料來源:EU Commission.Biological incident response and Environment sampling2006

(4)最終清除及復原。

炭疽桿菌生長成熟後，以簡單的二分裂進行繁殖。即開始橫軸分裂成 2 個，2 個分裂為 4 個、8 個等，此時叫繁殖體。繁殖體抵抗力不強，一般消毒劑即可殺死。炭疽桿菌在體外不適宜條件下(氧氣充足、溫度 25—30°C)形成芽胞。芽胞呈卵圓形，位於菌體中部。芽胞對外界抵抗力很強，在室溫乾燥環境中可生存 20 年，在皮革中也能生存數年，被污染的牧場可保持傳染性 20—30 年。用信件、郵件污染炭疽桿菌的是用芽胞，故炭疽桿菌消毒法應按殺死芽胞的標準。

36 EU Commission.Biological incident response and Environment sampling2006

A.物理滅菌法³⁷

- (A)乾熱繁殖體在乾熱(80—100°C)1 小時殺死；芽胞則需(160°C)2 小時。
- (B)煮沸水(100°C)5—10 分鐘殺死繁殖體；芽胞則要 1—2 小時。
- (C)高壓蒸氣壓強 1.05 公斤／釐米²，溫度可達 121.5°C，15 分鐘殺死芽胞。
- (D)紫外線燈 1 盞 15 瓦紫外線燈，燈距 1 米，3 分鐘殺死繁殖體；殺死芽胞要 1 小時。

B.化學消毒劑

以化學物質作為溶質之生物消毒方式，為我化學兵部隊進行進階消毒最主要方式，以下就各不同消毒劑對炭疽桿菌消毒之效益。

表 7 炭疽桿菌消毒效益分析表

消毒劑	濃度	繁殖體	芽胞
碘酒	0.5%	10 分鐘	
	2%	10 分鐘	
	0.6%		30 分鐘
	1%		10 分鐘
	2.8%		5 分鐘
	10%		2 分鐘
酒精	70%	V	
甲醛	0.5%		24 小時
	2.5%		6 小時
石炭酸	3-5%	V	
戊二醛(鹼性)	2%	2 分鐘	3 小時
過氧乙酸	1%		10 分鐘
漂白粉	氯含量 24mg/l		2 小時

資料來源:作者參考 2013 年炭疽病工作手冊繪製

研究發現與建議事項

一、研究發現

(一)未編制具生醫背景人員執行偵檢取樣作業

化學兵部隊目前僅各營乙員軍醫官具生醫背景，然亦未接收相關偵檢取樣訓練，於接獲通知執行相關生物反恐應變任務時，人員及環境消毒後複偵檢工作仍須由友軍單位協助。

(二)疫情資訊獲得無法源依據

基層醫師或是急診室的醫師，通常會是第一個發現受生物恐怖攻擊的人，並由醫療體系循地方政府向中央實施通報，而在生物病原災害防救業務計畫-第四版第四編災害緊急應變第三章：災情聯合調查處置，由衛福部農委會、內政部、法務部等單位，未將國防部所屬應變單位納入資訊平衡分享單位，基於生恐議題敏感，我化學兵部隊於初期通報階段恐難獲資訊據以緊急應變整備。

(三)未納入反生恐應變訓練與交流

疾管署組長陳昶勳於 2015 年反生恐演練後接受採訪表示：「疾管署每年除定期辦理自主訓練，也不定期辦理訓練研習或演習，並持續辦理隊員能力認證及跨部會演習等，確保現場處置技能及應變流程熟練度」，而各地方政府衛生局亦在每年不定期辦理相關演練，而我化學兵部隊卻鮮少機會共同演練或參與在職訓練等，以建立聯合反恐應變機制。

表 8 歷年生恐應變演練統計表

時間	地點	主辦單位	化學兵參演
2005.12.08	中正紀念堂	衛福部疾管局	
2011.10.11	桃園國際機場	行政院國土安全辦公室	V
2012.11.23	高雄港	高雄市政府	
2014.11.07	基隆港	基隆市政府	
2015.11.24	臺北車站	衛福部疾管局	

資料來源：作者參考網路資料彙整

(四)疫苗分配及消毒物資運用規劃未臻周全

疫苗是預防炭疽病的重要工具，目前實施的人工疫苗共有兩類：一是活

菌疫苗³⁸，由無法形成莢膜的孢子所構成。由於安全性的考量(如可造成接種部位的組織壞死)，僅有前蘇聯使用之。另一類是無菌疫苗，主要用於美國³⁹。最新的製品，是以炭疽菌的保護因子為主，摻雜少量的致死因子及水腫因子，與氫氧化鋁吸附後所製成，稱為 AVA (anthrax vaccine adsorbed)。由於產量有限，常規的疫苗預防接種，僅限於感染風險高的特定人士，據統計，注射二劑以上的 AVA 後，91%的接種者，其免疫系統可被激活，產生抗體。⁴⁰

然參照生物病原災害防救業務計畫-第四版：「衛福部規劃預防性投藥及疫苗接種措施。」；傳染病防治法第 48 條：「中央主管機關得就傳染病之危險群及特定對象實施防疫措施；其實施對象、範圍及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。」均未清楚顯示施打對象，須屆時由衛福部規劃相關順序。

二、建議事項

(一)增編具生醫背景人員及軍醫官培訓專長

生物戰劑具症狀潛伏性之特性，且考量生物取樣及偵檢不同於化學或核子戰劑偵檢(測)作業，偵消營偵檢組人員編制民間具生醫專長人員執行是項任務，另現各營軍醫官使其具生物偵檢專長，以儲備偵檢工作能量。

(二)疫情資訊簽訂分享協定

考量生恐議題敏感，相關訊息未經核准而洩露，恐導致社會秩序混亂，故在事故初期主管機關將無法將即時情資通知我化學兵部隊應變整備依據，應於平時整備期間，協調衛福部承辦人員於生物病原災害防救業務計畫修訂時，將國防部納列資訊分享對象，並同步與地方政府衛生局簽訂相關支援協定對象。

(三)納入政府反生恐應變訓練與交流

我化學兵部隊除於 2011 年桃園機場生物反恐演練及 2015 年與疾管局共同辦理生物研習會外，餘均少機制參訓反生恐在職訓練或演習，化學兵與軍醫人員均應積極參與衛福部辦理之各式在職訓練及演練，以建立執行任務之共同頻譜。

(四)疫苗分配及消毒物資運用規劃

參照傳染病防治法第 48 條：「中央主管機關得就傳染病之危險群及特定對象實施防疫措施；其實施對象、範圍及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。」我化學兵部隊人員可利用與衛福部在職訓練或演練期間，配

38Turnbull PC: Anthrax vaccine: past, present and future. Vaccine 1991; 9: 533-9.

39Brachman PS, Gold H, Plotkin SA, et al: Field evaluation of a human anthrax vaccine. Am J Public Health 1962; 52: 632-45.

40Turnbull PCB, Broster MG, Garman JA, et al: Development of antibodies to protective antigen and lethal factor components of anthrax toxin in human and guinea pigs and their relevance to protective immunity. Infect Immun 1986; 52: 356-63.

合演練應變人員疫苗施打措施。

另進入熱區執行應變任務之化學兵部隊人員，在症狀出現前，即應開始接受預防性投藥。可單獨給予口服抗生素，或合併疫苗注射，直到遭受感染的可能性被排除為止。若確定遭受感染，或無法確定時，仍應持續接受預防性投藥。抗生素的使用方式及時程，可比照治療性投藥，給予口服劑型即可。在進行預防性投藥時，只要服用一種抗生素即可，並不須要合併其他抗生素使用。一般成人，可使用 doxycycline 或 ciprofloxacin，但由於僅使用抗生素預防吸入性炭疽時，須服藥長達 60 天，為了維護 ciprofloxacin 對多種細菌的效力，美國疾病管制局仍建議，優先使用 doxycycline⁴¹。在症狀出現前，因為接觸的孢子數量較低，所以，只要敏感性試驗許可。

結語

「毋恃敵之不來，恃吾有以待之」，在我國家發展方針與美、日依存性日趨升溫，而量變帶動質變，進而改變成員間運作關係，進而延伸反美、日恐怖組織為達訴求目的而威脅提升，而隨著生物科技的發展，而我化學兵在生物反恐議題不足之處配合政府部門強化合作機制，另本文參照美國反生恐應變經驗，以建立我化學兵部隊之執行應變程序。

參考文獻

一、專書：

- (一)國防部，《陸軍協助災害防救教範(第二版)》(桃園：國防部軍備局第401印製廠，2013)。
- (二)黃培堂，《如何應對生物恐怖》，(臺北：科學出版社)。
- (三)衛生福利部疾病管制署，《生物病原災害防救業務計畫第四版》(臺北：行政院，2016)。
- (四)井上尚英、杜祖健，《化學、生物兵器概論》。
- (五)黃培堂，《生物恐怖防禦》，(臺北：科學出版社)。

二、期刊論文：

- (一)龐廣江，〈從新型流感談化學兵對生物病原災害之因應作為〉《核生化防護半年刊》，第89期，2010年3月。
- (二)楊福助，〈生物恐怖威脅與防禦對策研析〉《核生化防護半年刊》，第81期。
- (三)林裕翔，〈生物病原災害案例研討-以美國炭疽恐怖攻擊事件為例〉《核生

41 CDC: Update: Investigation of bioterrorism related anthrax and interim guidelines for exposure management and antimicrobial therapy. MMWR 2001; 50: 909-19.

化生放核防護半年刊第 104 期

化防護半年刊》，第92期

(四)胡自強，〈生物武器運用方式與因應作為之探討〉《核生化防護半年刊》，第92期

(五)賴政國，〈生物恐怖攻擊應變之研究〉《核生化防護半年刊》，第84期

三、官方文件：

(一)行政院內政部，〈災害防救法〉，105年4月13日。

(二)中央災害防救委員會，〈災害防救基本計畫〉，102年6月。

(三)行政院國防部，〈國軍協助災害防救辦法〉，104年12月8日。