

疑似生物恐怖攻擊事件之早期偵測評估模式介紹

陳松吟*、陳俐如、林育如、池宜倩、周淑玫、楊靖慧

摘要

由於生物恐怖攻擊事件剛發生時不易與自然發生之傳染病疫情區分，且倘未能及早偵測出生恐事件即時採取行動，將導致社會恐慌又錯失時機致災害擴大，一發不可收拾。因此，如何及早偵測到疑似生恐事件是生恐應變之重要課題。本文系統性介紹 Grunow 及 Finke 於 2002 年發展出研判自然發生或人為疫情的量化評估工具，提供第一線醫療、公共衛生或其他軍、警、消，以及遭受生物恐怖攻擊高風險之關鍵基礎設施應變工作人員參考應用，即時應變以降低事件造成的傷害。

關鍵字：生物戰劑、生物恐怖攻擊、評估模式、流行病學

前言

研判生物恐怖攻擊事件需依據多方的資訊及標準來進行評估，以防止誤報引發不必要的恐慌。自從美國 911 恐怖攻擊事件，以及接續發生的炭疽信件事件後，生物戰爭的威脅引起高度關注，臺灣當然也無法置身事外。為早期偵測可能已發生的生物恐怖攻擊，應有一套建議標準進行評估，以作為相關應變機制啟動之依據，因此回顧近年國外相關文獻並整理成一份評估表，作為國內疑似生物恐怖攻擊事件之參考評估工具。

生物恐怖攻擊簡介

生物恐怖攻擊事件主要由人為故意惡意散布微生物，致使人類健康及社會安定受到重大威脅，事件之處置除涉及國安局等國安單位外，亦包含執法單位及公共衛生部門等與國安事務相關部會，因此，對於社會衝擊的嚴重程度及

衛生福利部疾病管制署新興傳染病整備組

通訊作者：陳松吟*

E-mail: sony-chen@cdc.gov.tw

投稿日期：2014 年 12 月 03 日

接受日期：2015 年 03 月 17 日

DOI: 10.6524/EB.20160202.32(3).001

應變的複雜度高於一般自然發生之傳染病疫情。此外，生物恐怖攻擊事件通常會因恐怖分子事先嚴密規劃，造成較大規模的人員與環境同時遭受生物病原暴露，並且因國際交流往來之頻繁，可能於短時間就演變為跨國性之疫情。因此如何提升第一線醫療及公共衛生工作人員對事件發生的警覺性，以利及早發現及早因應並降低危害，是生物恐怖應變工作中，最具挑戰性之議題。

近期最廣為人知的生物恐怖攻擊事件，無疑是 2001 年發生在美國的炭疽信件事件。依據美國疾病管制局 (Federal Bureau of Investigation, CDC) 的調查報告[1]，在 2001 年 9 月至 10 月間，透過美國郵政系統將含有炭疽桿菌的信件郵寄給新聞媒體及參議員進行炭疽桿菌攻擊事件，共造成 22 人感染，其中 5 人死亡，並造成上千人潛在暴露於炭疽桿菌孢子的風險中。此外，由於事件是接續發生於紐約世貿雙子星大樓遭受到無預警自殺客機攻擊之後，所造成民眾心理恐慌之效應，更是不言可喻。

生恐事件發生之跡象

一般而言，恐怖組織選定做為生物戰劑之病原體的自然發生率較低，主要是因為他們認為少發生的疾病，更容易使臨床醫護人員因缺乏經驗錯失疾病診斷及通報公共衛生體系的先機。此外，研判生物恐怖攻擊事件需藉由多方的資訊及標準來進行評估，以免誤報而引發不必要之恐慌，因此，研判是否為生物恐怖攻擊事件大致可透過「流行病學資訊」、「醫療異常就診資訊」及「其他部門資訊」等三大面向之徵兆進行評估研判[2-5]（表一）：

表一、生物恐怖事件發生的跡象

流行病學資訊	醫療異常就診資訊	其他部門資訊
<ul style="list-style-type: none"> ● 罹患特定疾病或出現特定疾病徵兆者超出預期 ● 疾病不尋常群聚 ● 疾病於非流行季發生 ● 多種疾病同時出現群聚 ● 人類個案/疾病發生前曾有動物族群之特定疫情發生 ● 動物不尋常大量死亡 ● 需特殊病原的疾病發生，而該病原以往不存在，或已經消除/根除 ● 相同基因特徵的病原之檢出於不同地區快速增加 	<ul style="list-style-type: none"> ● 疾病之感染途徑異常 ● 特定疾病患者之年齡或不尋常臨床症狀不尋常 ● 疾病之嚴重度或死亡率較高 ● 實驗室發現致病原有不尋常變異 ● 病原之抗藥性增加 	<ul style="list-style-type: none"> ● 接獲情資 ● 接獲病原散佈的通報 ● 發現未受控管的軍用品 ● 藥物訂單異常增加 ● 119 緊急救護案件增加 ● 各地急診同時擁入大量症狀相似的病患

一、流行病學資訊：

在生物戰劑施放點接觸到生物病原的人，較容易因為接受到大量生物病原，導致疾病的特殊症狀會快速出現，且可能會明顯於特定時間內出現多名症狀相同個案之狀況。因此，一旦導因於生物戰劑之病例開始出現，人、事、時、地、物等流行病學資訊即應出現異常，故前揭訊息可能是生物恐怖事件發生的前兆。此部分之資料須有衛生部門建置監測系統以利資料收集，因此，公共衛生人員應定期檢視比較監測體系所得之資料，以利異常資料之發現。

二、醫療異常就診資訊：

遭受生物戰劑暴露之人員會因身體不適就醫，最初接觸到病患的通常是第一線健康照護人員，可藉由警覺性早期發現如感染途徑異常、病程發展及臨床症狀異常、病原有不尋常變異以及病原之抗藥性增加等異常醫療資訊。因此，衛生部門及醫療機構管理者平時即應強化各層級醫療機構對於可作為生物戰劑病原的知能，特別是第一線如急診或門診之醫護人員，可透過各種教育訓練提升養成他們對於典型生物戰劑使用後，個案可能出現症狀之辨認能力與研判能力，且應回報醫院感染控制部門俾利醫療機構內能快速反應，掌握先機進行必要訊息之通報。

三、其他部門資訊：

雖然流行病學與醫療體系之異常資訊均能提供有利於生恐事件發生可能性之分析與研判，但仍然還要配合其他例如情資單位之資訊進行研判，以增加研判結果準確度。其他的異常警訊包括，政府跨部門或民間特殊團體等各種來源通報之訊息，來源複雜度相較於前兩項更高，因此有賴於政府部門透過建置跨部會機制進行資訊交流與傳遞，俾利即早進行綜合研判及規劃應變作為。

生物戰劑簡介

生物戰劑是指用於戰爭，可使人員、動物及植物致病或死亡的生物性武器，大多生存於自然界，可經由人為變異增加致病、抗藥及散佈的能力，由於生物戰劑難以偵測及有潛伏期，加上成本低廉，被恐怖主義者運用為武器之機會極高。美國疾病管制局將可能的生物戰劑，依傳播力及致病程度依序分為 A、B、C 三級 [6] (表二)。A 級生物戰劑為最高風險及最適合當生物戰劑的病原，對社會大眾及公共衛生之影響最重大，C 級生物戰劑對社會大眾及公共衛生之影響雖不若 A、B 級，惟其較為常見且具有容易取得、製造與散播之特性，倘有心人士在實驗室不當利用基因合成等生物科技技術，恐變異為新興傳染病。

表二、生物戰劑的分類

級別	特性	病原
A	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 需特殊的公共衛生整備	天花病毒、炭疽桿菌、鼠疫桿菌、肉毒桿菌毒素、兔熱菌、病毒性出血熱（伊波拉病毒、馬堡病毒、拉薩病毒、Machupo 病毒）
B	散播能力中等 發病率中等，死亡率低 需加強其診斷與監視量能	布魯氏桿菌群、鼻疽菌、蓖麻毒素、Q 熱、氣性壞疽梭狀芽孢桿菌毒素、鸚鵡熱、斑疹傷寒、B 型金黃色葡萄球菌內毒素、霍亂弧菌、沙門氏桿菌、志賀氏桿菌、大腸桿菌 O157、蟲媒介之腦炎病毒（如委內瑞拉馬腦炎）
C	容易取得、容易製造及散播 具高發生率、高死亡率之潛能	立百病毒、漢他病毒

生恐事件量化評估工具的介紹與案例應用

針對目前可供研判自然發生或人為疫情之評估工具進行國外相關文獻資料庫的搜尋，結果主要有 Radosavljevic 等人以「流行病學的人、時、地」三大面向發展出的評估模式[7]，以及由 Grunow 及 Finke 考量「發生地區之政治、軍事及社會狀態」、「針對病原的特徵與特性」及「流行病學及臨床表徵」等面向發展出的評估模式[8]。前者評估工具較偏重於流行病學，而後者評估工具指標之全面性及完整性較廣泛，故本文主要以 Grunow 及 Finke 於 2002 年發展的評估工具進行評估表之制定，並就其整體建構概念與實際案例應用進行說明。本工具可廣泛適用於傳染病疫情之評估，惟評估結果之準確性，將受蒐集資料之完整度所影響。

Grunow 及 Finke 的評估方法分為非決定性標準(non-conclusive criteria)及決定性標準(conclusive criteria)二類，有關決定性評估標準在實際應用上還需有檢驗結果等訊息，故在接獲相關事情資之初期適用性不高，而非決定性評估標準較可於接獲異常資訊之初期使用。

一、非決定性評估標準（表三）

(一) 指標介紹：非決定性評估標準之項目均屬於可間接表明生物戰劑可能已被使用，通常適用於事件發生初期還沒有檢驗結果前。主要包含「針對發生地區之政治、軍事及社會狀態」、「針對病原的特徵與特性」及「流行病學及臨床表徵」等 3 大評估面向，共 11 項評估指標。

1. 存在生物風險：指生物戰劑已知被恐怖份子或具特定意圖人士取得/製作/儲放。
2. 存在生物威脅：指恐怖份子或具特定意圖人士威脅將使用生物病原物質進行攻擊。
3. 特殊狀況：指出現不尋常/或疑似非自然發生之傳染病疫情（包含單一個案或群聚）。
4. 疫情地理分布：指傳染病個案/疫情具有異常之地理分布狀（包含該地區久未出現之疾病或未曾出現之疾病等）。
5. 環境之生物病原濃度：指環境檢體檢測發現具有高濃度之病原體。
6. 疫情流行強度：指在特定地理區域範疇內或時間內出現多名症狀相同之個案。
7. 疫情傳播方式：指出現傳染病個案/疫情之傳播模式或途徑不同於以往。
8. 疫情發生時間：指出現傳染病個案/疫情之季節時間不同於以往。
9. 疫情快速散播：指傳染病個案/疫情快速增加，或傳播速度較已知之速度快。
10. 特定族群：指傳染病個案/疫情侷限於特定人口族群。
11. 個案臨床表徵：指傳染病個案之臨床表現及病程演變不同於以往。

(二) 分數計算：每項指標分數為原始得分乘以加權倍數，最後 11 項指標之加權後得分再相加為總分數。各項給分之說明如下：

1. 原始得分：由評估者依實際狀況或取得資料給予 0–3 不等之分數，0 分代表風險可完全排除；1 分代表有異常徵兆出現，但證據不明；2 分代表出現顯著異常之徵兆，或顯示生物病原可能被不當利用，惟無法進一步確認釐清原因；3 分代表出現顯著異常之徵兆，或已掌握證據顯示生物病原攻擊活動已出現。
2. 加權倍數：為 1 至 3 不等的之係數，1 倍代表事件發生可解釋為「自然發生」；2 倍代表事件發生可解釋為「自然發生」，惟仍有部分跡象未能完全排除為人為因素導致；3 倍代表事件發生已明顯為「非自然發生」，且有證據係人為造成。
3. 加權得分：即將原始得分與加權倍數相乘。
4. 總分數：表列 11 項指標的加權後得分加總，獲得之總分數應介於 0–54 分之間。

(三) 分數對照：評估者依所得之總分數進行 4 種不同等級之生恐事件發生可能性之對照：51–54 分為事件發生機率達 95% 以上的「高度可能人為」；36–50 分為事件發生機率達 67%–94% 的「可能人為」；18–35 分為事件發生機率達 34%–66% 的「疑似可能人為」；17 分以下為事件發生機率能性低於 33% 的「不像人為」。

表三、非決定性評估標準各項指標

項次	指標	說明	得分	加權	加權後得分
一、針對發生地區之政治、軍事及社會狀態之評估指標（共 2 項）					
1	存在生物風險	生物戰劑已知被恐怖份子或具特定意圖人士取得/製作/儲放	0–3	2	0–6
2	存在生物威脅	恐怖份子或具特定意圖人士威脅將使用生物病原物質進行攻擊	0–3	3	0–9
二、針對病原的特徵與特性之評估指標（共 3 項）					
3	特殊狀況	出現不尋常/或疑似非自然發生之傳染病疫情(包含單一個案或群聚)	0–3	3	0–9
4	疫情地理分布	傳染病個案/疫情具有異常之地理分布狀(包含該地區久未出現之疾病或未曾出現之疾病等)	0–3	1	0–3
5	環境之生物病原濃度	環境檢體檢測發現具有高濃度之病原體	0–3	2	0–6
三、流行病學及臨床表徵（共 6 項）					
6	疫情流行強度	在特定地理區域範疇內或時間內出現多名症狀相同之個案	0–3	1	0–3
7	疫情傳播方式	出現傳染病個案/疫情之傳播模式或途徑不同於以往	0–3	2	0–6
8	疫情發生時間	出現傳染病個案/疫情之季節時間不同於以往	0–3	1	0–3
9	疫情快速散播	傳染病個案/疫情快速增加，或傳播速度較已知之速度快	0–3	1	0–3
10	特定族群	傳染病個案/疫情侷限於特定人口族群	0–3	1	0–3
11	個案臨床表徵	傳染病個案之臨床表現及病程演變不同於以往	0–3	1	0–3
總分數					0–54

二、決定性評估標準

決定性評估標準可用以直接推斷利用生物製劑做為武器的軍事或恐怖襲擊已經發生。主要包含「鑑定造成傷害之物質為生物性製劑」以及「確認釋放生物製劑作為生物性武器之相關證據」等 2 項指標，每項可依據獲得之資料，由評估人員給予 0-3 不等的得分，指標分數不再加權，屬於一種直接給分的評估方式。

三、案例應用

2001 年美國炭疽郵件攻擊事件是從 2001 年 9 月 18 日開始為期數周的疑似生物恐怖攻擊事件，事件起因於有人把含有炭疽桿菌的信件寄給數個新聞媒體辦公室以及兩名民主黨參議員，共造成佛羅里達州、紐約市、紐澤西州、華盛頓特區及康乃狄克州計 22 例炭疽確定病例(11 例吸入性炭疽、11 例皮膚炭疽)；其中 5 例吸入性炭疽死亡[1]。Dembek 等人於 2007 年利用 Grunow 及 Finke 發展的非決定性評估標準，就該起事件屬於人為惡意施放生物病原之可能性進行評估，除因無法釐清恐怖分子或具特定意圖人士使用生物病原物質進行攻擊，故給予「存在生物威脅」指標 2 分外，餘各項則因有較具體之資訊，如屬不尋常疫情、有時間性或地理性群聚、傳染途徑不同於以往等因素給予 3 分，總分為 51 分，屬於高度可能人為[9]（表四）。最後該事件在聯邦調查局 (Federal Bureau of Investigation, FBI)的調查報告指出[10]：懷疑真兇是曾任職於陸軍生物武器部門的研究人員，其犯案動機在於喚起大眾對於炭疽疫苗的重視以促進疫苗生產，該研究人員於 2008 年服用過量藥物自殺死亡。此事件雖非原先所臆測的恐怖分子所為，但確實屬於人為惡意施放生物病原造成之疫情。

表四、2001 年美國炭疽郵件利用非決定性評估標準之評估結果

指標	得分	加權	加權後得分
存在生物風險	3	2	6
存在生物威脅	2	3	6
特殊狀況	3	3	9
疫情地理分布	3	1	3
環境之生物病原濃度	3	2	6
疫情流行強度	3	1	3
疫情傳播方式	3	2	6
疫情發生時間	3	1	3
疫情快速散播	3	1	3
特定族群	3	1	3
個案臨床表徵	3	1	3
總分數			51

另為測試本評估工具應用於我國之適用性，嘗試將 2013 年 7 月於臺灣陸續爆發之鼬獾狂犬病疫情，以非決定性評估標準進行是否屬於人為惡意施放生物病原之可能性評估，結果顯示總分為 14 分，屬於非人為惡意造成之疫情(表五)。在近期發表之文章指出，雖然臺灣鼬獾驗出之基因序列與中國鼬獾相似度甚高，但臺灣這株狂犬病毒，早在 90 年前就已存在於臺灣，並非近年從大陸傳入[11]，間接說明此事件人為蓄意造成之可能性低，與評估之結果相符合。

表五、2013 年臺灣鼬獾狂犬病疫情利用非決定性評估標準之評估結果

指標	事件資訊補充說明	得分	加權	加權後得分
存在生物風險	狂犬病未被證實被恐怖份子或具特定意圖人士取得/製作/儲放為生物戰劑，臺灣存在生物風險低。	0	2	0
存在生物威脅	臺灣未接獲恐怖份子或具特定意圖人士威脅將使用生物病原物質進行攻擊之資訊。	0	3	0
特殊狀況	臺灣自 1959 年起即無本土的狂犬病人類病例，動物病例則是從 1961 年後未再出現。因此出現狂犬病疫情具不尋常性。	3	3	9
疫情地理分布	臺灣的狂犬病陽性動物病例之地理分布，主要集中在南投及臺東地區，並且於苗栗以北均未出現陽性病例。	3	1	3
環境之生物病原濃度	未在環境中檢測出狂犬病毒，且因狂犬病毒長時間存在於環境之風險低。	0	2	0
疫情流行強度	於短時間內陸續檢驗出多例動物陽性案件，惟無法釐清傳染源，且平時並未定期監測，推測出現病例才喚起大眾之警覺並加強檢驗，可能造成誤導與偏差。	1	1	1
疫情傳播方式	狂犬病之傳播方式並無特殊異常，且未出現人類病例。	0	2	0
疫情發生時間	狂犬病疫情無特殊流行季節在，惟在短時間內出多起陽性動物陽性，有時間聚集之跡象。	1	1	1
疫情快速散播	由於缺乏動物感染時間之資訊，因此無疫情為快速散播之證據，且未出現人類病例。	0	1	0
特定族群	未出現特定族群罹病率較高的現象。	0	1	0
個案臨床表徵	個案之臨床表徵並無特殊異常。	0	1	0
總分數				14

討論及建議

為了評估與釐清不尋常傳染病爆發事件是原因，掌握疾病流行病學數據、疾病臨床表現及醫療和實驗室理學檢查等，是十分必要的資訊。本文所介紹的工具，全面性納入「發生地區之政、軍及社會狀態」、「病原的特徵與特性」及「流行病學及臨床表徵」等面向協助評估疫情，且非決定性評估標準之 11 項指標之適用性廣泛，並無特殊地域性適用之情形。Dembek 等人亦即利用此 Grunow 及 Finke 發展的評估工具之非決定性評估標準，就全球一些重大疫情的歷史事件進行評估，

包括 1979 年前蘇聯 Sverdlovsk 地區發生的炭疽疫情、80 至 90 年代間美國發生的沙門氏桿菌、志賀氏菌與西尼羅病毒疫情，以及 2001 年美國的炭疽郵件疫情[9]。此外，以臺灣之動物狂犬病疫情進行實際案例評估之結果亦與實際狀況相符，故建議可推廣做為我國疑似生物恐怖攻擊事件之早期偵測評估工具。

由於本評估工具指標仍偏重傳染病專業，資訊之取得以公共衛生及醫療人員較具可近性，故推廣初期之適用對象建議以公衛及醫療人員為主。另考量軍警消等緊急救災人員或遭受生物恐怖攻擊高風險之關鍵基礎設施工作人員實為疑似生恐因應之第一線人員，希望藉由本文之介紹與後續傳染病相關專業訓練，提升其對於疑似生物恐怖攻擊事件早期偵測之敏銳度。

然而除了評估工具之適用性外，評估者本身對病原生物學基本特性的認知度、資料掌握的完整度、對於異常狀況之敏感度及對於評估工具使用之熟稔度等，也是影響評估結果之重要因素之一。因此建議第一線可能接獲訊息或負責規劃後續處置的應變人員，除應具備高度專業及敏銳度外，先行熟稔此類評估工具，並進行反覆練習，將有助於相關人員對於手中掌握資訊之整理及陳報決策者，進行正確的處置與研判。此外，由於本文蒐集到的相關文獻皆屬事件發生後之回溯評估[8, 9]，可能因後見之明偏差(hindsight bias)而高估其準確性，因此本工具仍待推廣後多加驗證，以確認其就疑似生物恐怖攻擊事件之早期偵測之準確性。

參考文獻

1. U.S. CDC. Review of Fall 2001 Anthrax Bioattacks. Available at: <http://www.cdc.gov/niosh/nas/rdrp/appendices/chapter6/a6-45.pdf>.
2. Khardori N. Bioterrorism and bioterrorism preparedness: historical perspective and overview. *Infect Dis Clin North Am* 2006; 20(2):179–211.
3. 林維安：淺析對生恐攻擊之偵知與應變作為。聯合後勤季刊 2011；26：70–87。
4. 林容安：生物恐怖攻擊之疫情分析及監偵系統建置之探討。聯合後勤季刊 2010；23：31–46。
5. 蔡嘉一、王昱婷、林世昌：生物性恐怖行為因應認知。工業安全衛生月刊 2008；227：39–59。
6. U.S. CDC. Bioterrorism Agents/Diseases. Available at: <http://emergency.cdc.gov/agent/agentlist-category.asp>.
7. Radosavljevic V, Belojevic G. Unusual epidemic events: a new method of early orientation and differentiation between natural and deliberate epidemics. *Public Health* 2012; 126(1): 77–81.
8. Grunow R, Finke E-J. A procedure for differentiating between the intentional release of biological warfare agents and natural outbreaks of disease: its use in analyzing the tularemia outbreak in Kosovo in 1999 and 2000. *Clin Microbiol Infect* 2002; 8: 510–21.

9. Dembek F, M, Kortepeter G K and Pavlin J A. Discernment between deliberate and natural infectious disease outbreaks. *Epidemiol Infect.* 2007; 135: 353–71.
10. U.S. FBI. Amerithrax or Anthrax Investigation. Available at: <http://www.fbi.gov/about-us/history/famous-cases/anthrax-amerithrax>.
11. Chiou HY, Hsieh CH, Jeng CR, et al. Molecular characterization of cryptically circulating rabies virus from ferret badgers, Taiwan. *Emerg Infect Dis* 2014; 20(5): 790–8.