登革熱成蟲化學防治效益評估及其應用

王任鑫、吳智文、黃子玫、劉定萍

衛生署疾病管制局第二組

摘　要

在東南亞地區，大多數國家二十幾年來都以實施空間噴灑殺蟲劑，撲殺成蚊作為登革熱防治為主要方法。但是依照相關文獻記載，及在亞洲、中南美洲及加勒比海地區的研究報告顯示，這種方法對撲殺成蚊以防治登革熱之成效相當有限，且選用之噴藥設備是否適當、噴藥設備的維護情形，以及操作技術的精準度、殺蟲劑稀釋的正確性及斑蚊對殺蟲劑是否有抗藥性等，在在均影響登革熱噴藥防治效果。此外，噴藥所需之人力及經費需求更造成衛生單位的重大負擔。因此，近年來許多國家皆對實施空間噴灑殺蟲劑之方式進行檢討及修正，並建議這種防治方法要用在適當之時間及地點，也就是當出現群聚(150公尺範圍內在 14 天內有 2 個以上病例)、同時流行兩種以上血清型登革病毒或登革出血熱時，除加強孳生源清除、幼蟲防治及個人防護外，才實施緊急空間噴灑殺蟲劑。

國內實施空間噴灑殺蟲劑以防治登革熱亦有二十多年之時間，其原則為接獲疑似病例通報時即儘速進行噴藥措施，然實施多年以來，登革熱疫情每年皆有發生，由於部分縣市實施戶內噴藥採取熱霧式噴灑，使住家噴灑後地面溼滑，造成民眾抱怨及拒噴之情況逐漸增加，

• 西元 2009 年 5 月 14 日受理
• 西元 2009 年 6 月 2 日接受刊載
• 通訊作者：王任鑫
• 聯絡地址：台北市林森南路 6 號 9 樓
• e-mail: jhsin@cdc.gov.tw

而且隨快速檢驗試劑應用日益普遍，故現在應是重新檢討國內登革熱噴藥時機及方法之時，他山之石可以攻錯，世界衛生組織之建議及其他國家的經驗可作為我們登革熱成蟲防治措施的參考及改進之方向。

關鍵字：埃及斑蚊、噴藥、空間噴灑、超低容量噴灑、成蟲化學防治

前　言

實施殺蟲劑空間噴灑之目的，在於已發現登革熱病例狀況下，立即對病例可能的感染地點及病毒血症期間曾停留的地點，迅速實施噴灑殺蟲劑，以殺死帶病毒之成蚊，快速切斷傳染環，避免疫情擴散。

然而，國內實施噴藥多年以來，每年在入夏後發生登革熱本土病例以後，登革熱疫情即逐漸擴散，即使在迅速實施防治措施以後，仍然造成大小不等的登革熱疫情。這樣的情景，每年不斷的發生，使得政府花費大量物力、人力，基層防疫人員為進行防治工作疲於奔命，居民則因配合防治工作，尤其是戶內噴藥的進行而怨聲載道，拒噴時有所聞。

本文回顧成蟲化學防治相關文獻，並收集世界衛生組織(WHO)及登革熱流行地區之國家相關防治措施，藉以評估國內實施成蟲化學防治之效益與檢討成蟲化學防治之應用方式。

文獻回顧

WHO 認為在登革熱流行地區採用空間噴灑法防治登革熱之時間已達 25 年以上，但依同時期該地區登革熱發生率仍逐年增加之情況來看，以實施空間噴灑殺蟲劑之方式並無法有效控制登革熱疫情[1]。

1971 年在泰國所進行的超低容量(Ultra-low volume，ULV)噴灑試驗，在噴灑有機磷劑馬拉松(Malathion)後，可降低 99%的埃及斑蚊，斑蚊族群則需 2 週的時間才能回復至噴藥前的密度[2]。而以 ULV 噴

灑撲滅松(Fenitrothion)之效果更好，噴藥 5 次以後可持續控制斑蚊族群達 4-5 個月[3]。

有學者回顧東南亞及西太平洋地區應用空間噴灑殺蟲劑與防治埃及斑蚊的相關情況，認為只要適當應用空間噴灑，仍然是有效的防治方式。如以連續方式實施 ULV 噴灑後，將有立即且持續之防治成效[4]。在宏都拉斯利用 ULV 及熱霧機在戶內噴灑賽洛寧(Lambda-cyhalothrin)研究結果顯示，以在前門噴藥 1 分鐘或每個房間噴 15 秒，在開放區域及隱密處的蚊籠蚊子的死亡率都達 97-100%，其噴藥效果可維持 4 週之久[5]。

曾有研究在波多黎各採用 ULV 噴灑殺蟲劑，並採用噴灑後對自然成蚊野生族群的影響之方式，而非傳統以蚊籠評估的方法。結果顯示，ULV 噴灑或熱霧噴灑殺蟲劑，都無法顯著有效地降低野外斑蚊成蚊族群之數量[6]。

1990 年在多明尼加聖多明哥市的 2 個大部分為平房的住宅區噴灑殺蟲劑的試驗，其分別以車載式噴霧機及直升機實施噴藥，結果發現戶內所收集到的VMD(Volume median diameter)為 18.7μm，係在理想的殺蟲粒徑範圍內，但以濾紙收集到的殺蟲劑平均劑量只有 0.22μg/cm^2，低於應有的 5.0μg/cm^2。研究顯示噴藥後戶外埃及斑蚊雌蚊平均死亡率較高，戶內則較低。並在早晨以掃網捕捉戶內埃及斑蚊，結果顯示在噴藥以後，埃及斑蚊數量並無明顯減少，戶外以誘蚊產卵器收集之方式亦呈現同樣結果[7]。

亦有學者以數理模式，假設應用 ULV 噴灑，及以環境中病媒族群密度降低不同之百分比，來模擬噴藥後登革熱流行的情況，結果發現噴藥並不能使疾病發生率降低，甚至實施多重噴藥防治措施後，也只能使流行時間延後，無法控制疾病之流行，結論認為依據醫學觀點，ULV 噴灑幾乎沒有成效可言。不過，研究建議如採行有效的 ULV 噴

灑，將可以延後疫情發生流行的時間，而爭取到足夠實施容器減量或到達適當環境因子(如天氣變冷)的時間，來阻斷疾病的傳染[8]。

PAHO[9]認為很難確定採用緊急措施防治成蚊對登革熱之流行是否會有所影響，因為不知道如果沒有採用 ULV 噴灑時將會出現什麼狀況。美洲地區沒有例子有充分證據證明可以藉由噴藥中斷登革熱流行，然而，任何消滅帶病毒成蚊的防治方法，即使只有短期，也可以在實施噴藥時降低當時的病毒傳播的機會。

美國疾病管制中心在 1983-1994 時，曾於中南美洲幾個國家實施大規模的 ULV 噴灑殺蟲劑之測試。波多黎各 13 個大規模的 ULV 噴灑評估中，應用最大殺蟲劑劑量(50ml/ha)，觀察到儘管測試之蚊籠中蚊子平均死亡率大於 90%，但是埃及斑蚊族群只有很小的改變。試驗亦在 PAHO 合作實驗室及牙買加、委內瑞拉實施，在 12 個實驗中，24 小時後埃及斑蚊雌蚊減少 56%，雄蚊則降低 95%，但是斑蚊族群密度在 7-9 天後即回復到噴藥前之狀態，誘蚊產卵率也發現有相同狀況。在波多黎各有一個爆發登革熱疫情的小型獨立城鎮，人口數為 8689 人，在疫情發生後，至少使用 16 次車載式 ULV 噴霧機，以 1 週 1 次或 2 週 1 次進行噴藥，發現對疫情控制並沒有明顯的效果，噴藥防治後的登革熱流行曲線仍跟典型流行曲線一樣[10]。

2000 年有研究調查巴拿馬市 14 個區域的埃及斑蚊棲息行為，並以 ULV 噴灑馬拉松。研究發現成蚊主要停留於戶內(75.1%)，並與街道有 6 公尺以上距離。由於斑蚊都主要棲息在臥室、客廳及浴室。較小的噴霧微粒可以進入斑蚊戶內棲息地點，但總數不多。因此研究認為實施戶外空間噴灑時，只有為數不多的殺蟲劑微粒會進入屋內埃及斑蚊主要棲息地點，使得防治埃及斑蚊之成效有限[11]。

馬來西亞曾經在一些城市房屋週邊以誘蚊產卵器研究斑蚊的產卵行為，研究顯示，在噴灑時及接近噴灑後，任何誘蚊產卵器均未記錄

到死亡之斑蚊幼蟲。統計噴灑前、噴灑中及噴灑後之幼蟲平均數目相近，其平均誘蚊循環時間亦無統計上的差別。研究結果，顯示在自然環境中藉由化學噴藥方式，並無法消滅懷卵雌蚊而打斷其繁殖循環[12]。

各國防治措施

當通報登革熱病例時，新加坡國家環境局(NEA)會立即實施病媒蚊調查及清除孳生源工作。當出現病例集中之情況時，NEA 會對這個地區實施澈底的檢查及實施病媒防治工作，直到疫情結束。同時如果發現當地有病媒密度較高，或聚集許多登革熱通報病例時，就會開始實施戶內 ULV 噴灑及戶外熱霧噴灑殺蟲劑，但只有在特殊情況下，才會強制執行戶內噴藥。另在登革熱病例集中區域，如其病例數在 10 例以下時，則在病例住家及鄰近發現有病媒孳生之住家實施 ULV 噴灑，如在周圍戶外發現有孳生源時，則實施戶外熱霧噴灑[13]。

澳洲北昆士蘭對登革熱的成蟲防治策略，認為因車載式噴藥成效有限，故採行實施戶內殘效噴藥殺死成蚊之措施。其中戶內殘效噴藥優先於戶外空間噴灑。散發病例時，會以登革熱病例住家或經常活動附近半徑 200 公尺範圍加強實施幼蟲防治工作，並以陷阱誘殺成蚊及於半徑 100 公尺內住家、場所進行戶內殘效噴灑殺蟲劑等成蚊防治措施。當爆發大規模疫情時，依確定病例分布，訂定一定範圍之防治區塊，以實施防治工作，執行時並以先前尚未執行調查或防治之區域優先處理。該劃定區塊之幼蟲、成蟲防治工作都要進行[14]。

泰國主要針對登革出血熱之通報病例實施噴藥防治措施。當通報登革出血熱單一病例時，衛生部門會在 24 小時內，以病例住家為中心，在半徑 100 公尺範圍，並以 ULV 噴灑或熱霧式噴灑之方式實施空間噴灑殺蟲劑，並以每 10 天為一防治循環，至少實施 3 次[15]。

問題與討論

一、部分研究認為，噴藥所產生的粒子無法穿透門窗到達戶內，或所穿透漂移至戶內埃及斑蚊棲息或停留地點之藥劑量不足，而無法達到殺死斑蚊之目的，這與該評估地區所採用之防治模式有很大的關係。國內目前所採用之噴藥機具，主要以背負式 ULV 噴霧機及肩負式煙霧機為主，且對家戶噴藥均要求噴藥人員要進到戶內，包括每個房間等都要實施噴藥，同時要求民眾配合，於噴藥前關閉門窗、通風設備，來增加藥粒飄浮效果以觸殺蚊蟲，目前多數東南亞國家亦採用此種入戶噴藥方式實施防治工作。國內所採此種入戶噴藥之作業模式，亦與 WHO 所建議採行之家戶噴藥(不需要進入到房屋內，只要在房屋附近噴藥即可)，並要求民眾於噴藥時應打開所有門窗，以使噴霧粒子能夠飄入進入屋內觸殺斑蚊之方法，是相當不同之防治模式。

二、依國內現行的噴藥方式，有關壁櫥、衣櫥等非開放性空間的問題，似有檢討的空間，因為在噴藥前，防疫人員即會要求民眾將食物妥存或加蓋，且民眾經過長久噴藥以後，對於實施噴藥已相當排斥，連衣服、被單都會特別以塑膠袋或報紙加以覆蓋，因此除非特別要求，民眾一般不會配合特別將壁櫥、衣櫥這些地方打開，使噴霧粒子穿透進入這些地方，因此如果斑蚊躲藏在這些處所，將無法達到噴藥防治之目的。

三、部分研究對於目前所採行以蚊籠評估噴藥成效方式亦有所質疑，因為許多以懸掛或放置於戶內外之蚊籠來實施生物檢定之實驗，經證明都有很高的死亡率，但這種結果與野外斑蚊族群的反應相關性很低，除了蚊籠材質會造成選擇性的特定沉降粒子外，也因為關在蚊籠的蚊子因無法依正常行為躲避殺蟲劑，實際上是不具代表性的，這樣的評估方式，亦會造成實施噴藥成效的誤判。因

此部份的試驗改以誘蚊產卵器之方式來監測野外斑蚊族群之數量改變，惟這樣的監測方式，也會因受到環境、人為因素之干擾，而有不同程度之差異。

四、雖然 WHO 建議在登革出血熱主要流行地區，方有實施殺蟲劑空間噴灑之需要，然綜觀登革熱流行地區之國家，噴灑殺蟲劑仍是必要防治措施之一。其原因除認為噴灑殺蟲劑，可以迅速殺死帶病毒成蚊，快速切斷登革熱傳播外，另一方面也考量到民眾對政府防疫作為之觀感，因為如果不實施噴藥，許多民眾會認為政府毫無作為。國內曾經在 2006 年南部地區爆發登革熱流行時，調查南部地區之民眾於衛生單位至住家周遭環境噴灑殺蟲劑時，是否會配合協助，結果發現高雄縣市有高達 93.2%以上的民眾表示願意配合，不願意者僅有 2.1%。然而，依據衛生署疾病管制局 2007 年一項研究資料顯示，有 82.6%的民眾認為噴藥(熱霧噴灑)造成住家地面潮溼及清理不易，因而對噴藥有所排斥。另外依據這幾年的實地觀察，當衛生單位因應登革熱疫情要進行戶內噴藥時，民眾抱怨噴藥或拒噴的情況經常可見，尤其在局部區域發生數個登革熱通報病例，而多次重複實施戶內噴藥時，民眾反彈的聲浪，也越來越大。

五、各國對登革熱之噴藥防治工作，多於病例通報後即實施，僅泰國採登革出血熱通報病例方才實施噴藥。過去國內要求衛生局所於接到疑似病例通報，為避免疫情擴散，需於 36 小時內完成噴藥措施，在需符合噴藥時限下，衛生局通常於收到當日立即進行噴藥通知，隔日實施噴藥，在此疑似病例即需噴藥之狀況下，許多後來經檢驗確定非屬陽性病例者，將均已實施噴藥，如此條件下實施之噴藥，除了造成民怨外，也增加了防疫人力、物力的額外負荷。

建　議

一、依照相關文獻及研究結果顯示，對於噴藥是否可有效遏止登革熱疫情，其觀點仍有分歧，雖有具體案例證明單憑實施噴藥無法控制疫情，但實際上並無國家採用噴藥作為唯一的成蟲防治措施，而多採清除孳生源、幼蟲與成蟲化學防治等多重措施來防治登革熱，就阻斷帶病毒成蚊傳播途徑及降低傳染風險之層面觀之，以噴藥為輔助措施在防治上應仍可發揮其功能。

二、WHO 認為單憑噴灑殺蟲劑實無法控制登革熱疫情，但同時如認為如果能在適當時間、地點，依據規定之方法實施噴藥，仍可有效達到殺死病媒蚊之目的。因此大多數國家，仍無法將噴藥完全排除於防治措施之外，但也對噴藥實施方式進行修正，如新加坡因認為噴藥會產生抗藥性的問題，故 2005 年起減少噴藥之頻率，亦發現病例數並無明顯增加。因此，建議我們應評估通報病例是否有噴藥之必要性，即該病例確實存在再次傳染風險之狀況下，才有實施噴藥之必要。並適度調整噴藥實施期限，由原先之 36 小時放寬至 48 小時，如此衛生局於接獲通報後，毋需立即實施噴藥，而可先進行病媒蚊調查及孳生源清除工作，而後依流行病學資料、病媒蚊調查資料及臨床數據及病例檢驗結果等進行綜合研判，再實施必要之噴藥措施，並適度調整噴藥次數。另在實施噴藥時，為避免戶內噴藥造成住家地面溼滑產生民怨，戶內宜採 ULV 噴灑，戶外則可採熱霧噴灑方式為之。

三、近年來國內戶內噴藥均以進入戶內噴藥方式實施防治工作，此種防治模式已改善部分研究認為噴藥效果不佳之狀況，亦可確保噴藥之藥粒可在戶內有效懸浮，應有觸殺病媒蚊之功能。另埃及斑蚊如躲藏於壁櫥、衣櫥等非開放性空間，建議列入噴藥時之注意事項，要求民眾於噴藥時配合將壁櫥、衣櫥打開，並由噴藥領隊

監督噴藥人員確實辦理，應可改善此一問題，而確保戶內噴藥之成效。

四、建議定期實施噴藥成效評估，以了解噴藥實施成效。目前所發現噴藥成效不佳的問題，除了斑蚊抗藥性問題之外，主要是噴藥技術缺失、噴藥劑量不足等問題，致使評估發現噴藥成效差異很大，因而無法發揮噴藥之功效，故建議應定期或不定期實施噴藥成效評估，如發現抗藥性問題，應立即更換其他有效之藥劑，如發現之相關噴藥技術問題或缺失，則要求防治單位進行督導及改善，亦可透過環保署於實施病媒防治業在職訓練之時，提昇噴藥人員之技術及品質，而達到改善噴藥成效之目的。

結　論

在緊急噴藥有降低登革熱擴大傳播風險的功能考量下，噴藥是一種不得不為之措施，但也非唯一選項。國內未來登革熱噴藥防治策略，宜審慎評估噴藥之必要性並減少噴藥之實施，逐步改變民眾對噴藥之觀念及依賴性，並增加清除孳生源及防治幼蟲作為之比重，兼以積極動員社區民眾澈底落實孳生源清除為防治主軸，方能有效預防登革熱疫情之發生，並避免疫情之擴散。

參考文獻

1. WHO. Prevention and Control of Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever-Comprehensive Guidelines. 1999: 61.
2. Pant CP, Mount GA, Jatanasen S, et al. Ultra-low-volume ground aerosols of technical malathion for the control of *Aedes aegypti* L. Bull World Health Organ 1971; 45:805-17.
3. Pant CP, Nelson MJ, Mathis HL, et al. Sequential application of ultra-low-volume

ground aerosols of fenitrothion for sustained control of *Aedes aegypti*. Bull World Health Organ 1973; 48:455-9.

4. Gratz NG. Space sprays for the control of *Aedes aegypti* in South-East Asia and the Western Pacific. Dengue Bulletin 1999; 23:81-2.
5. Perich MJ, Sherman C, Burge R, et al. Evaluation of the efficacy of lambda-cyhalothrin applied as ultra-low volume and thermal fog for emergency control of *Aedes aegypti* in Honduras. J Am Mosq Control Assoc 2001; 17:221-4.
6. Gubler DJ. *Aedes aegypti* and *Aedes aegypti*-borne disease control in the 1990' stop down or bottom up. Am J Trop Med Hyg 1989; 40:571-8.
7. Perich MJ, Tidwell MA, Williams DC, et al. Comparison of ground and aerial ultra-low volume applications of malathion against *Aedes aegypti* in Santo Domingo, Dominican Republic. J Am Mosq Control Assoc 1990; 6:1-6.
8. Newton EAC, Reiter P. A model of the transmission of dengue fever with an evaluation of the impact of ultra-low volume (ULV) insecticide applications on dengue epidemics. Am J Trop Med Hyg 1992; 47:709-20.
9. PAHO. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever in the Americas: Guidelines for Prevention and Control Pan American Health Organization. 1994:98.
10. Reiter P, Gubler DJ. Surveillance and control of urban dengue vectors. In: Gubler DJ, Kuno G, editors. Dengue and dengue haemorrhagic fever. Wallingford, oxon: CAB International, 1997:425-62.
11. Perich MJ, Davila G, Turner A, et al. Behavior of resting Ae. Aegypti and its relation to ULV efficiency in Panama. J Med Entomol 2000; 35:541-6.
12. Chua KB, Chua IL, Chua IE, et al. Effect of chemical fogging on immature Aedes mosquitoes in natural field conditions. Singapore Med J 2005; 46:639-44.
13. Singapore: Ministry of Health. Surveillance and control of dengue vectors in Singapore. Epidemiological News Bulletin 2006; 32.
14. The State of Queensland (Queensland Health). Dengue Fever Management Plan For North Queensland 2005-2010. Available at: http://www.health.qld.gov.au/dengue/documents/2907a.pdf
15. WHO Regional Office for South-East Asia. DHF Control Programme in Thailand - Vector Surveillance and Control. Available at: http://www.searo.who.int/en/Section10/Section332/Section377_2324.htm