

原著文章

於我國機場發燒篩檢能偵測到伊波拉病毒境外移入的機率推估

劉宇倫¹、張啟明¹、劉定萍¹、郭宏偉¹、蔡陳緯¹、葉鎰維¹、莊人祥²

- 1.衛生福利部疾病管制署疫情中心
- 2.衛生福利部疾病管制署副署長室

摘要

截至 2014 年 10 月 17 日，西非伊波拉疫情已造成 9,191 人感染及 4,546 人死亡，世界衛生組織建議流行國家進行出境邊境檢疫，病人及接觸者需停止國際旅行。為評估臺灣機場發燒篩檢是否能對由西非境外移入的伊波拉感染病例達防堵之效，作者提出一個簡易統計模式，推算在西非啟程的伊波拉病毒感染旅客經 29.8 - 41.7 小時的航程，入境臺灣時約有 12.8%至 16.9%已發病，於桃園機場發燒篩檢可攔截到的機率則介於 10.1%與 13.2%間。政府於機場進行入境症狀篩檢，是希望透過邊境檢疫措施，對我國伊波拉防疫增加一道安全防線。惟發燒篩檢措施只能偵測到入境時發病者，無法做到滴水不漏，尤其是潛伏期較長的疾病，更有其限制。只有配合各項宣導措施，提升旅客的自我健康意識，並透過對大眾及醫療人員的衛教及訓練，才能阻絕伊波拉疫情的傳播。

關鍵字：邊境檢疫、發燒篩檢、伊波拉病毒感染、境外移入

前言

截至 2014 年 10 月 17 日，西非賴比瑞亞、幾內亞及獅子山三國伊波拉疫情已造成 9,191 人感染及 4,546 人死亡，並導致奈及利亞、塞內加爾、美國出現境外移入病例，以及奈及利亞、西班牙及美國造成第二波及第三波的感染[1]。世界衛生組織於 2014 年 8 月 8 日正式宣布 2014 年西非伊波拉疫情為國際關注的公共衛生緊急事件(PHEIC)，並建議伊波拉流行國家進行出境邊境檢疫，伊波拉病毒感染病人及接觸者需停止國際旅行[2]。

美國於 2014 年 9 月 30 日確認首例由賴比瑞亞境外移入伊波拉病毒感染確定病例[3]，隨後發生兩名照護首例病例之院內感染事件後[4]，亞洲及歐美多數國家為了防堵境外移入，從 2014 年 10 月起，陸續於主要國際機場進行入境旅客疑似伊波拉症狀篩檢[5][6][7]，以期能快速偵測感染病人，降低其進入社區造成後續疫情爆發的風險。

我國自 2003 年為防堵 SARS 境外移入個案，於機場設置入境旅客檢疫站，使用紅外線體溫偵測儀輔以耳溫槍的方式，為所有入境旅客進行體溫篩檢，並持續運作至今。2007 年境外移入登革熱病例，經發燒篩檢發現比例高達 51.85%[8]；2009 年 H1N1 新型流感流行疫情初期，機場發燒篩檢亦攔檢到首 3 例及 35.6%的境外移入病例[9]。

伊波拉病毒感染的潛伏期平均為 11.4 天[10]，較流感、登革熱為長，此外，西非至臺灣的航程亦遠高於由鄰近國家抵達臺灣時間。為評估我國機場發燒篩檢是否亦能對由西非境外移入的伊波拉感染病例達防堵之效，作者提出一個簡易統計模式，推算受伊波拉病毒感染旅客入境時，於發燒篩檢偵測到的機率。

材料與方法

我們參考英國 Mabey 及 Edmunds 學者的研究[11]，提出以下的假設：

- 西非三國對出境旅客進行伊波拉相關症狀篩檢，有症狀者無法登機，旅客於出境篩檢過程 100%吐實。
- 受伊波拉病毒感染的旅客於西非到臺灣的飛航過程中發病，有發燒症狀者會持續發燒。相對於航程，潛伏期越長，則在入境時出現症狀的機率越低。
- 西非三國以外各國，於轉機過程沒有進行出境旅客的症狀或發燒篩檢。
- 感染旅客於暴露到發病前，每日出境的機率相等。

根據以上假設，並使用 Donnelly 及 Dye 等學者利用西非伊波拉前 9 個月病例資料推論潛伏期（平均值為 11.4 日）使用的最適 Gamma 機率分布模型[10]，提出以下的受伊波拉病毒感染旅客於入境時發燒篩檢偵測到機率的推估公式：

$$\begin{aligned}\pi_d &= \sum_{T \in [0,30]} \left\{ P(t-1 < T < t) \times \frac{d/24}{t+d/24} \right\} \\ &= \sum_{T \in [0,30]} \left\{ [P(T < t) - P(T < t-1)] \times \frac{d/24}{t+d/24} \right\} \\ P(T < t) &= 1 - P(T > t) = 1 - e^{-\theta t}\end{aligned}$$

$$\pi_d' = \pi_d \times \text{Sensitivity}_{\text{Infrared}} \times \delta$$

$T \sim \text{Gamma}(\alpha = 3.44, \theta = 0.336)$ Shape parameter: 3.44, Rate: 0.336[10]

T : 潛伏期長度，依據 Donnelly 及 Dye 等學者研究參數[10]，假設潛伏期為 0 至 30 日。

d : 航程（小時），西非並無直飛臺灣班機，以 Skyscanner 網站[12] 查詢由賴比瑞亞 MLW、幾內亞 CKY 及獅子山 FNA 機場至臺灣桃園機場(TPE)的 2014 年 11 月 1 日至 11 月 7 日間航程，並選取所有航程的第 1 及第 3 四分位數作為偵測機率推論的上下界。

δ : 受伊波拉病毒感染病人有發燒症狀比例為 87.1%[10]

$\text{Sensitivity}_{\text{Infrared}}$: 紅外線體溫偵測儀器敏感度，臺灣使用的儀器品牌有 VarioCam 及 FLIR，我們使用美國疾病管制及預防中心針對 FLIR 廠牌評估的最佳儀器敏感度為 90% (95% CI 84.0-97.0)[13]進行機率計算。

π_d : 受伊波拉病毒感染旅客於入境時有症狀的機率。

π_d' : 受伊波拉病毒感染旅客於入境時發燒篩檢偵測到的機率。

結果

由 Skyscanner 網站查詢 2014 年 11 月 1 日至 11 月 7 日間，由 MLW、CKY、FNA 機場出發至臺灣桃園機場總計有 206 個飛航行程，最小航程為 24.6 小時，最大航程為 65 小時，所有航程的第 1 及第 3 四分位數為 29.8 小時及 41.7 小時。

我們根據推估公式，計算出由西非啟程的受伊波拉病毒感染旅客經 29.8 - 41.7 小時的航程，入境時約有 12.8%至 16.9%已發病，在考慮病患發燒症狀的比例與發燒篩檢的敏感度後，發燒篩檢偵測到的機率 π_d 則介於 10.1%與 13.2%間，亦即每 100 名由西非來臺的伊波拉病毒感染旅客，可能有 10 至 13 人於桃園機場之入境發燒篩檢時可攔截到。假如以最短航程 24.6 小時估算，發燒篩檢偵測到的機率為 8.6%，若以最大航程估算，機率可提昇至 18.5%。

討論

Gomes 等學者使用 2014 年西非伊波拉疫情及世界各國飛航資料，並以電腦模型分析，估算伊波拉病毒由西非擴散至世界各國的風險[14]，並協助我國推測於 2014 年 10 月 31 日前出現境外移入伊波拉病毒感染病例的機率 <0.01 。僅管臺灣出現境外移入伊波拉病毒感染病例的風險相當低，但是一旦有境外移入病例進入社區與醫療院所，並造成後續感染的群聚事件，對醫療及公共衛生體系及整個臺灣的社會與經濟，都將造成重大衝擊。

英國 Mabey 及 Edmunds 學者以數理模式推估，每 100 名由獅子山 Freetown 飛到英國倫敦的有症狀伊波拉病毒染感旅客中，有 7 名可能經由入境篩檢發現[11]，過去也曾以同樣的數理模式推估由東亞飛航至英國有症狀的 SARS 及流感旅客比例分別為 6 (4-9)%及 17 (12-23)%[15]。

於機場進行各項檢疫措施在防疫上有其必要性，但絕非萬靈丹；發燒篩檢措施只能偵測到入境時正值發病者，無法做到滴水不漏，尤其是潛伏期較長的疾病，更有其限制。現今檢疫工作的一大重點為旅客衛教，透過旅行團行前說明、導遊講習、機上廣播及機場海報等，提升旅客的自我健康意識，以期降低其感染風險，發病時亦能及時採取適當措施。十月中旬始推行的旅遊申報藍卡，就是找出特定高風險旅客（21 天內曾造訪幾內亞、獅子山或賴比瑞亞者），進行一對一詢問與衛教，並留下在臺聯絡資訊，每日給予健康關懷，確保必要時能立即接受適當診斷與隔離治療。政府積極的檢疫措施與防疫準備，加上民眾與醫界正確的認知與配合，才能阻絕伊波拉疫情的傳播。

誌謝

感謝疾病管制署檢疫組提供紅外線偵測儀相關資訊。

參考文獻

1. World Health Organization. WHO | Situation reports: Ebola response roadmap [Internet]. WHO. [cited 2014 Oct 17]. Available from: <http://www.who.int/csr/disease/ebola/situation-reports/en/>

2. WHO | WHO Statement on the Meeting of the International Health Regulations Emergency Committee Regarding the 2014 Ebola Outbreak in West Africa [Internet]. WHO. [cited 2014 Oct 18]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/news/statements/2014/ebola-20140808/en/>
3. Centers for Disease Control and Prevention. CDC and Texas Health Department Confirm First Ebola Case Diagnosed in the U.S. | Press Release | CDC Online Newsroom | CDC [Internet]. [cited 2014 Oct 18]. Available from: <http://www.cdc.gov/media/releases/2014/s930-ebola-confirmed-case.html>
4. Centers for Disease Control and Prevention. CDC and Frontier Airlines Announce Passenger Notification Underway | Media Statement | CDC Online Newsroom | CDC [Internet]. [cited 2014 Oct 18]. Available from: <http://www.cdc.gov/media/releases/2014/s1015-airline-notification.html>
5. Centers for Disease Control and Prevention. Enhanced Ebola Screening to Start at Five U.S. Airports and New Tracking Program for all People Entering U.S. from Ebola-affected Countries | Press Release | CDC Online Newsroom | CDC [Internet]. [cited 2014 Oct 17]. Available from: <http://www.cdc.gov/media/releases/2014/p1008-ebola-screening.html>
6. GOV.UK. Enhanced Ebola screening process begins - Press releases - GOV.UK [Internet]. [cited 2014 Oct 17]. Available from: <https://www.gov.uk/government/news/public-health-england-enhanced-ebola-screening-process>
7. Additional Screening Measures Against Ebola to be Put In Place by MOH | Ministry of Health [Internet]. [cited 2014 Oct 17]. Available from: http://www.moh.gov.sg/content/moh_web/home/pressRoom/pressRoomItemRelease/2014/additional-screening-measures-against-ebola-to-be-put-in-place-b.html
8. Chien H-Y, Lee H-M. Analysis of the effect of fever screening at Taoyuan International Airport. *Epidemiol Bull.* 2007;23(8):52 – 67.
9. Kuo J-S, Lee Y-H, Hsieh J-W, Lin M-C, Yang S-Y. Initial Evaluation on screening of novel influenza A (H1N1) at international Ports in Taiwan. *Epidemiol Bull.* 2009;25(9):626 – 47.
10. WHO Ebola Response Team. Ebola Virus Disease in West Africa — The First 9 Months of the Epidemic and Forward Projections. *N Engl J Med.* 2014 Sep 22;140926130020005.
11. Mabey D, Flasche S, Edmunds WJ. Airport screening for Ebola. *BMJ.* 2014 Oct 14;349(oct14 17):g6202 – g6202.
12. Skyscanner [Internet]. Skyscanner. [cited 2014 Oct 16]. Available from: <http://www.skyscanner.com>
13. Nguyen AV, Cohen NJ, Lipman H, Brown CM, Molinari N-A, Jackson WL, et al. Comparison of 3 Infrared Thermal Detection Systems and Self-Report for Mass Fever Screening. *Emerg Infect Dis.* 2010 Nov;16(11):1710 – 7.
14. Gomes MFC, Pastore y Piontti A, Rossi L, Chao D, Longini I, Halloran ME, et al. Assessing the International Spreading Risk Associated with the 2014 West African Ebola Outbreak. *PLoS Curr* [Internet]. 2014 [cited 2014 Oct 18]; Available from: <http://currents.plos.org/outbreaks/?p=40803>
15. Pitman RJ. Entry screening for severe acute respiratory syndrome (SARS) or influenza: policy evaluation. *BMJ.* 2005 Nov 26;331(7527):1242 – 3.