



疾病管制署



動植物防疫檢疫署



獸醫研究所



重要 H5 亞型禽流感病毒風險評估

2024 年 7 月 5 日

摘要

禽流感疫情持續在國內外發生，在 2023-2024 年流感季期間，國內持續新增 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型高病原性家禽流行性感冒(簡稱 HPAI)疫情，且已成為主要流行亞型，國際間亦出現多種哺乳類動物感染該分支亞型案例，並於今年 3 月發生美國乳牛感染事件。此外，人類感染 H5 亞型案例亦持續零星出現，且不同嚴重度個案均曾有報告。為強化我國對於禽流感/新型 A 型流感風險評估之能力，人畜共通傳染病跨部會風險評估團隊運用共同訂定之禽流感/新型 A 型流感風險評估作業流程(簡稱風險評估作業流程)，評估 2020 年 1 月至 2024 年 4 月期間，國內外 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型、2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型、2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型、H5N6 亞型及 H5N8 亞型五項重要 H5 亞型禽流感病毒分支，對於出現人類感染病例與出現持續性人傳人之風險(Emergence)，及如果出現人傳人病例後，對公共衛生造成之衝擊風險(Impact)。

經蒐集風險評估作業流程中十項風險因子實證資料及據以評分上述五項重要 H5 亞型禽流感病毒風險分數，結果分列如下：2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型為中風險(Emergence=4.02、Impact=4.31)、2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型為低至中風險(Emergence=3.02、Impact=4.06)、2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型為低風險(Emergence=2.73、Impact=3.49)、H5N6 亞型為低至中風險(Emergence=3.44、Impact=4.42)、H5N8 亞型為低風險(Emergence=3.19、Impact=3.39)，無列為高風險以上之亞型。本報告於評估部分病毒分支亞型之「抗原相關性」、「實驗動物傳染情形」、「群體免疫」等風險因子項目之實證資料不足致信心度評分較低，尚待更多研究支持以提高評估準確性。藉此，建議我國應持續密切掌握近期動物及人類感染禽流感病毒等疫情資訊與病毒演變，並於出現可能提高風險等級之重要資訊時再次進行風險評估。

因應美國乳牛檢出 H5N1 亞型 HPAI 病毒並傳染至人類疫情，我國修訂法定傳染病「新型 A 型流感」病例通報定義，新增「符合急性呼吸道感染或急性結膜炎，且有禽流感 A(H5N1)動物疫情接觸史」條件，並自 2024 年 6 月 15 日起實施，以加強對「易接觸感染動物及汙染環境者」等風險族群監測。另為加強動物監測，我國在今年 5 月 15 日已啟動 6 個主要酪農縣市乳牛場採樣檢測工作，目前均無檢出禽流感病毒核酸，國內乳牛場乳牛迄今並未發現感染 H5N1 HPAI 情事。此外，建議衛生單位加強宣導具陽性禽場暴露史之業者及工作人員於自主健康管理期間，應特別留意自身健康狀況，如出現類流感等急性呼吸道感染症狀或急性結膜炎，應主動通知衛生單位安排就醫並由醫師通報採檢送驗，以監測禽流感病毒株對人類之風險，並做出相對應防治策略。

為加強農衛雙方人禽畜介面管理，維繫禽流感/新型 A 型流感共同風險評估機制具重要性，建議於分析禽流感病毒株基因序列，如出現病毒在哺乳類動物複製力、毒力或傳播能力相關之重要位點變異時，適時啟動雙方預警及加強監測機制，如加強特殊型別陽性案例場風險族群檢測急性期與恢復期血清抗體，以監測風險及於特殊疫情發生時得快速應變，提供風險評估實證。此外，建議我國應建立禽流感病毒及疫情資訊等風險評估實證資料更新及共享機制，並研議及時發布於 FluNet 或 GISAID 等流感病毒國際資料庫平台，達到資料價值共享目的。期望能夠更有效地應對禽流感疫情，提升我國禽流感/新型 A 型流感風險評估及管理能力，以降低疫情對產業與食品安全可能造成之衝擊，並確保民眾健康。

關鍵詞：人畜共通傳染病、禽流感、新型 A 型流感、風險評估

Abstract

Avian influenza continues to occur both domestically and internationally. During the 2023-2024 flu season, Taiwan has seen an increase in cases of the 2.3.4.4b clade H5N1 highly pathogenic avian influenza (HPAI), which has become the predominant subtype. Internationally, various mammalian species, including cases in dairy cattle in the United States this March, have been infected with the 2.3.4.4b clade H5N1. Additionally, sporadic human cases of H5 subtype infections have been reported globally, with varying degrees of severity. To enhance Taiwan's ability to assess and manage the risks associated with avian influenza and novel influenza A virus infections, this risk assessment report utilizes avian influenza/novel influenza A virus infections risk assessment procedure (referred to as the risk assessment procedure) developed by the interagency zoonotic diseases risk assessment team. The report evaluates the risks of human infection and sustained human-to-human transmission (Emergence), as well as the potential public health impact (Impact) of five significant H5 avian influenza virus subtypes: 2.3.4.4b clade H5N1, 2.3.2.1c clade H5N1, 2.3.4.4b clade H5N2, H5N6, and H5N8, from January 2020 to April 2024

After collecting empirical data on the ten risk factors outlined in the risk assessment procedure and scoring the risk scores for the aforementioned five significant H5 avian influenza virus clades, the results are as follows: the 2.3.4.4b clade H5N1 is medium risk (Emergence=4.02, Impact=4.31); the 2.3.2.1c clade H5N1 is low to medium risk (Emergence=3.02, Impact=4.06); the 2.3.4.4b clade H5N2 is low risk (Emergence=2.73, Impact=3.49); the H5N6 is low to medium risk (Emergence=3.44, Impact=4.42); and the H5N8 is low risk (Emergence=3.19, Impact=3.39). None of the subtypes were classified as high risk. However, due to insufficient empirical data for some risk factors such as "antigenic relatedness," "transmission in animal models," and "population immunity," confidence scores were lower, indicating a need for further research to improve assessment accuracy. Based on this, it is recommended that Taiwan continues to closely monitor recent information on animal and human infections with avian influenza viruses and virus evolution. Additionally, a risk assessment should be conducted again if important information that may increase the risk level emerges.

In response to the detection of the H5N1 subtype HPAI virus in dairy cows in the United States and its transmission to humans, Taiwan has revised the reporting criteria for the statutory infectious disease "novel influenza A virus infections" starting from June 15, 2024. The new criteria include "acute respiratory infection or acute conjunctivitis with a history of contact with animals infected with avian influenza A(H5N1)" to enhance surveillance of high-risk groups, such as those likely to come into contact with infected animals and contaminated environments. Additionally, to strengthen animal surveillance, Taiwan has initiated sampling and testing in dairy farms across six major dairy counties and cities on May 15 this year. So far, no avian influenza virus nucleic acids have been detected, and no H5N1 HPAI infections have been found in domestic dairy cows. Furthermore, it is recommended that health authorities intensify their outreach to operators and workers with a history of exposure to positive poultry farms. During self-health management periods, they should be particularly vigilant

about their health status. If they develop symptoms of flu-like acute respiratory infections or acute conjunctivitis, actively notify health authorities to arrange medical consultation and sampling for testing. This will help surveillance the risk of avian influenza virus strains to humans and formulate appropriate prevention and control strategies.

To strengthen the management of the human-animal interface in both agricultural and health sectors, it is crucial to maintain a joint risk assessment mechanism for avian influenza/novel influenza A virus infections. It is recommended to analyze the genetic sequence of avian influenza virus strains, and if significant mutations related to replication, virulence, or transmission in mammals are found, promptly activate an alert and enhanced surveillance mechanism. This includes intensified testing for acute and convalescent serum antibodies in high-risk groups from farms with positive cases of special types, to monitor risks and respond quickly during special outbreaks, providing empirical evidence for risk assessment. Additionally, it is advised that Taiwan establish a mechanism for updating and sharing empirical data on avian influenza viruses and outbreak information. This data should be promptly released on international influenza virus database platforms such as FluNet or GISAID, to achieve the purpose of data value sharing. The goal is to more effectively respond to avian influenza outbreaks, enhance our risk assessment and management capabilities for avian influenza/novel influenza A virus infections, reduce the potential impact of outbreaks on the industry and food safety, and ensure public health

Keywords : Zoonotic infectious diseases, avian influenza, novel influenza A virus, risk assessment

目錄

壹、前言.....	1
貳、主要觀察及結論.....	1
一、國內外 2020 年 1 月至 2024 年 4 月動物及人類疫情現況.....	1
二、風險評估結果.....	2
三、討論與建議.....	5
參、材料與方法.....	7
肆、結果.....	10
一、國內外 2020 年 1 月至 2024 年 4 月動物疫情狀況，及重要病毒序列分析資訊.....	10
二、國內外 2020 年 1 月至 2024 年 4 月人類疫情狀況.....	15
三、風險評估結果.....	17
四、國內動物及人類陽性病例之監測、診斷、疫苗等防治現況.....	22
五、風險族群之血清流行病學調查結果.....	24
伍、討論與建議.....	26
陸、限制.....	29
柒、附件.....	30
附件一、工作小組及專家之十項風險因子之風險分數與信心係數彙整表及風險分數分布圖.....	30
附件二、各病毒亞型十項風險因子評估結果說明表.....	35
捌、參考文獻.....	55

圖表目錄

圖 1、國內外 2020 年 1 月至 2024 年 4 月人類疫情狀況.....	16
圖 2、風險評估結果矩陣圖.....	21
表 1、國內外 2020 年 1 月至 2024 年 4 月人類疫情狀況.....	16
表 2、出現持續性人傳人之風險(Emergence)分數計算表.....	20
表 3、如果出現人傳人對公衛造成之衝擊風險(Impact)分數計算表.....	20
表 4、風險評估結果彙整表.....	21

壹、 前言

本風險評估報告由衛生福利部疾病管制署(下稱疾管署)、農業部動植物防疫檢疫署(下稱防檢署)以及農業部獸醫研究所共同成立之人畜共通傳染病風險評估工作小組(簡稱工作小組)製作，運用工作小組建立之禽流感/新型 A 型流感風險評估作業流程，與相關領域專家共同針對 2020 年 1 月至 2024 年 4 月(簡稱截至 2024 年 4 月) 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型、2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型、2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型、H5N6 亞型及 H5N8 亞型五項重要禽流感病毒，評估出現人類病例可能性及出現持續性人傳人之風險(簡稱 Emergence)及如果出現人傳人疫情，對公共衛生造成之衝擊風險(簡稱 Impact)，並提供風險管理建議。

貳、 主要觀察及結論

一、國內外 2020 年 1 月至 2024 年 4 月動物及人類疫情現況

- 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型 HPAI 於 2021 年 8 月首次於國內家禽檢出後，僅 4 個月即成為主要檢出之亞型，但自 2023 年 3 月起迄今已無陽性禽場及候(野)鳥案件；2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型 HPAI 於 2022 年第四季首次於國內家禽檢出，僅 1 個月即成為主要檢出之亞型，在候(野)鳥亦有檢出，然而我國自 2023 年起共蒐集 624 件哺乳動物檢體，經檢驗均未檢出禽流感病毒核酸；H5N8 亞型僅在候(野)鳥有檢出；2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型及 H5N6 亞型則皆無國內動物感染案例。
- 截至 2024 年 4 月，國際間 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型及 H5N8 亞型禽流感病毒於歐洲、亞洲及非洲之野鳥及家禽間流行，且已出現哺乳動物感染案例；2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型及 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型禽流感病毒於歐洲、亞洲及非洲之野鳥及家禽間流行，

但尚無哺乳類感染案例；H5N6 亞型禽流感病毒於亞洲之野鳥及家禽間流行，且已出現哺乳類動物感染案例。

- 截至 2024 年 4 月，國內無新增人類感染禽流感之新型 A 型流感確定病例；國際間人類感染新型 A 型流感病例以 H5N6 亞型禽流感病毒 67 例為最多，致死率為 26.9%；2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型禽流感病毒共 13 例，致死率為 7.7%，其中 1 例為人類經乳牛感染輕症個案；2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型禽流感病毒共 11 例，致死率為 54.5%；H5N8 亞型禽流感病毒共 7 例，均為輕症或無症狀；2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型未發現人類感染病例。

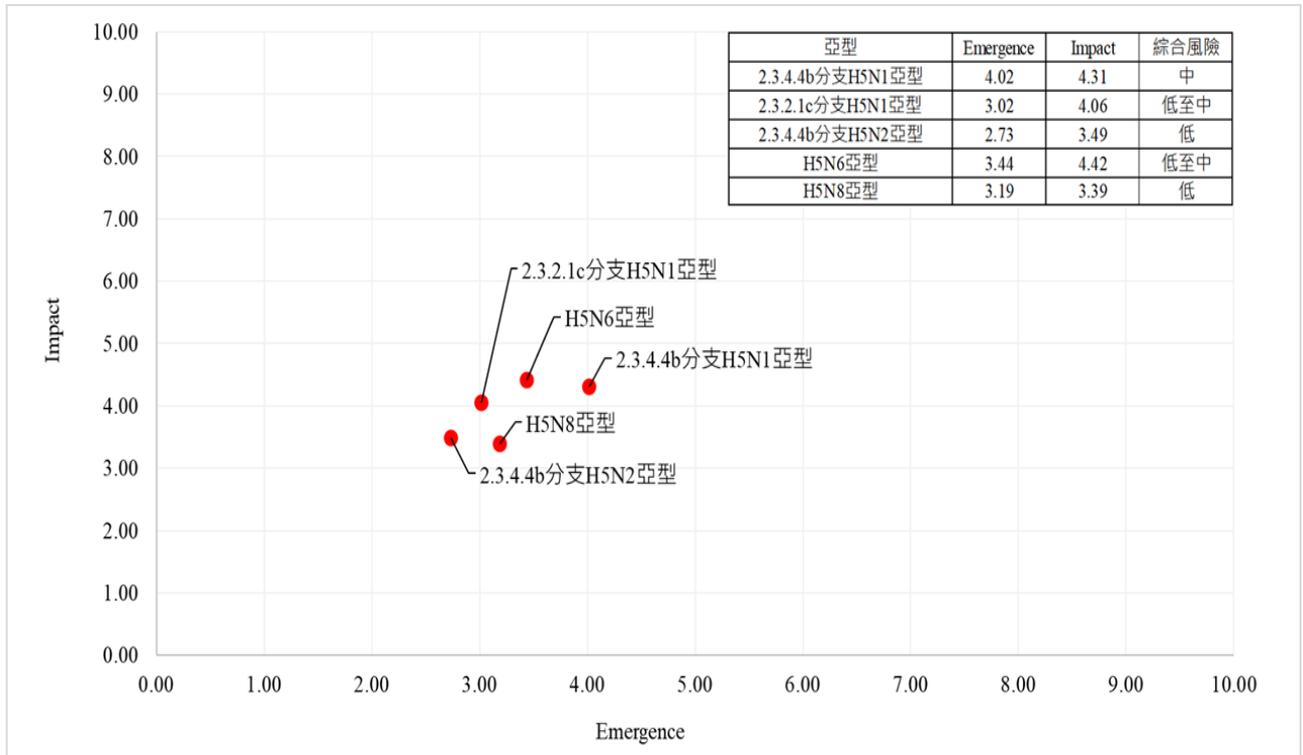
二、風險評估結果

- 人類感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型禽流感病毒共有 13 例確定病例，其中 1 例死亡。依據現有資訊顯示，從個案分離到的病毒株，多數與當地動物流行之病毒株約略相符，目前該分支亞型尚未具高度適應哺乳動物細胞的特性或對神經胺酶抑制劑等抗病毒藥物之廣泛抗藥性。此外，根據世界衛生組織 2024-2025 年流感季北半球的禽流感候選疫苗病毒株建議包含 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒，但疫苗仍尚處研發階段。綜合研判為中風險* (Emergence=4.02、Impact=4.31)。
- 人類感染 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型禽流感病毒共 11 例確定病例，其中 6 例死亡。有關該分支亞型相關的基因序列及抗藥性研究較少。然而，根據世界衛生組織 2024-2025 年流感季北半球的禽流感候選疫苗病毒株建議包含 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型病毒，但疫苗仍尚處研發階段。綜合研判為低至中風險* (Emergence=3.02、Impact=4.06)。

- 目前未發現人類感染 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型禽流感病毒的確定病例。依據現有資訊顯示該分支亞型尚未具高度適應哺乳動物細胞特性，國際間僅少數報告顯示其具非主流藥物抗藥性。此外，根據世界衛生組織 2024-2025 年流感季北半球的禽流感候選疫苗病毒株建議並未包含 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型病毒。綜合研判為低風險* (Emergence=2.73、Impact=3.49)。
- 人類感染 H5N6 亞型禽流感病毒共 67 例確定病例，其中 18 例死亡。據現有資訊顯示該亞型尚未具高度適應哺乳動物細胞特性或對神經胺酶抑制劑等抗病毒藥物之廣泛抗藥性。此外，根據世界衛生組織 2024-2025 年流感季北半球的禽流感候選疫苗病毒株建議包含 H5N6 亞型病毒，但疫苗仍尚處研發階段。綜合研判為低至中風險* (Emergence=3.44、Impact=4.42)。
- 人類感染 H5N8 亞型禽流感病毒共 7 例確定病例，多為輕症或無症狀。目前該亞型尚未具高度適應哺乳動物細胞特性或對神經胺酶抑制劑等抗病毒藥物之廣泛抗藥性。此外，根據世界衛生組織 2024-2025 年流感季北半球的禽流感候選疫苗病毒株建議包含 H5N8 亞型病毒，但疫苗仍尚處研發階段。綜合研判為低風險* (Emergence=3.19、Impact=3.39)。

*綜合風險判定標準：Emergence 及 Impact 兩項皆介於 8-10 分為高風險；一項介於 8-10 分、一項介於 4-7 分為中至高風險；兩項皆介於 4-7 分為中風險；一項介於 4-7 分、一項介於 1-3 分為低至中風險；兩項皆介於 1-3 分為低風險。

● 風險結果矩陣圖



三、討論與建議

- 本風險評估報告係以 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型、2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型、2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型、H5N6 亞型及 H5N8 亞型進行風險評估，著重於 2.3.4.4b、2.3.2.1c 病毒分支及重要亞型之整體評估，此與美國 CDC 著重評估已出現人類感染病例之特定禽流感病毒株不同，因此風險評估結果與美國 CDC 評估之 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型 [A/mink/Spain/3691-8_22VIR10586-10/2022] (Emergence=5.1、Impact=6.2)、H5N2 亞型 [A/Northern pintail/Washington/40964/2014] (Emergence=3.8、Impact=4.1)、2.3.4.4b 分支 H5N6 亞型 [A/Sichuan/06681/2021] (Emergence=5.3、Impact=6.3) 及 H5N8 亞型 [A/gyrfalcon/Washington/41088/2014] (Emergence=4.2、Impact=4.6) 等病毒株相比，風險等級較低[1]，但在趨勢上兩國的風險評估結果在 H5N1 亞型及 H5N6 亞型皆具有較高的風險。然而，因我國風險評估著重於重要亞型的整體風險，而美國 CDC 則著重於特定病毒株的風險，且兩國間進行風險評估的時間也存在差異，因此不建議直接比較兩國之風險評估結果。
- 世界衛生組織發現在 2020-2021 年間主要感染人類的禽流感病毒為 H5N6 亞型，而在 2023-2024 年間則頻繁出現 H5N1 亞型，感染動物的種類亦已出現候(野)鳥以外的物種，如羊、乳牛等。且今年 3 月 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型在美國造成至少 8 個州的乳牛感染疫情及已有人類感染案例。雖然我國截至 2024 年 4 月無人類感染 H5N1 亞型的確定病例，但在 2023-2024 年流感季期間，持續新增 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型禽流感陽性案例場，且已成為主要流行亞型，故綜整國內外十項風險因子評估資料，相較

其他亞型風險評估結果分數仍較高。建議衛生單位加強醫師通報警覺度及宣導具陽性禽場暴露史之業者及工作人員於自主健康管理期間，應特別留意自身健康狀況，如出現類流感等急性呼吸道感染症狀或急性結膜炎，應主動通知衛生單位安排就醫並由醫師通報採檢送驗，以監測禽流感病毒株對人類之風險，並做出相對應防治策略。

- 世界衛生組織等國際組織對於今年發生美國乳牛感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型事件，基於目前僅出現零星人類感染輕症病例，且尚無人傳人跡象，及飲用牛乳和乳製品之潛在感染風險尚在調查中，評估對整體公共衛生風險為低，對暴露病禽鳥等動物或環境之高風險族群風險為低至中，並建議加強宣導高風險族群落實自我防護措施，及一般民眾應避免飲用未經適當消毒程序處理的生乳和乳製品。
- 國際間持續零星出現人類新型 A 型流感案例，且不同嚴重度個案均曾有報告，建議加強農衛雙方人禽畜介面管理，並維繫人畜共通傳染病共同風險評估機制，及提高國內外禽流感病毒株分析即時性，另建議於分析禽流感病毒株基因序列，如出現病毒在哺乳類動物複製力、毒力或傳播能力相關之重要位點變異時，適時啟動雙方預警及加強監測機制，例如加強特殊型別陽性案例場風險族群檢測急性期與恢復期血清抗體，以監測風險及於特殊疫情發生時快速應變，並提供風險評估實證。
- 建議建立禽流感病毒及疫情資訊等風險評估實證資料更新及共享機制，並研議及時發布於 FluNet 或 GISAID 等流感病毒國際資料庫平台，達到資料價值共享目的。

參、 材料與方法

工作小組以禽流感/新型 A 型流感為例，參考 WHO TIPRA、ECDC 禽流感風險評估報告、美國 CDC IRAT 及前導研究經驗等資訊，發展禽流感/新型 A 型流感風險評估作業流程[2-5]，依照步驟執行情況如下：

一、步驟一：選定納入風險評估之禽流感/新型 A 型流感病毒亞型

依據 2022 年 12 月 6 日「111 年度農衛雙方人畜共通傳染病風險評估工作小組第二次會議」中共識選定納入本次風險評估之禽病毒亞型為 H5N1 亞型、2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型、H5N6 亞型、H5N8 亞型、H7N7 亞型及 H7N9 亞型共 6 項。

二、步驟二：邀請相關領域專家參與本作業

為使本作業流程及結果更臻完備及具可信度，農衛共同邀請 3 位禽流感等新興病毒研究領域之專家，分別為長庚大學醫學生物技術暨檢驗學系施信如教授、國立中興大學微生物暨公共衛生學研究所歐繕嘉副教授、屏東科技大學獸醫學系鄭明珠副教授，於訂定風險評估問題、評分標準、評估結果及風險等級等執行面提供專業意見。

於 2023 年 2 月 24 日及 3 月 7 日共召開 3 場專家諮詢會議，討論禽流感病毒株評估項目、風險因子評估問題及評分標準等項目。評估之病毒株項目，經專家再次審視，其中因 H7N7 亞型目前僅存在野鳥，國內尚無發生陸禽類感染案例且國際間自 2020 年至 2023 年間無人類感染該亞型確定病例，H7N9 亞型自 2020 年至 2023 年間亦無人類確定病例，故建議刪除評估。另 2023 年 2 月 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型於柬埔寨出現人類確定病例，以及 2023 年 3 月金門雞隻檢出 Y280 lineage H9N2，且中國、南

亞及非洲北部持續出現人類確定病例，因此建議新增評估 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型及 Y280 lineage H9N2 亞型病毒株。另有關十項風險因子評估問題、評分標準、信心分數定義及權重調整的部分，專家皆無調整建議。

三、步驟三：依據美國 IRAT 風險評估項目執行風險評估作業

綜整專家建議後，進行工作小組再次討論，鑒於 H9N2 亞型非法定動物傳染病，且目前臺灣本島家禽皆未檢出該亞型，建議暫不列入評估項目，故最終納入實際評估之病毒株共五項，分別為 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型、2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型、2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型、H5N6 亞型及 H5N8 亞型。

針對上述選定納入評估之病毒亞型，工作小組成員依美國 IRAT 十項風險因子評估項目，分工提供各項風險因子佐證資料及評估結果說明，並於 2023 年 7 月 12 日「112 年度農衛雙方人畜共通傳染病風險評估工作小組第一次會議」決議，為使評分結果更具客觀性，請三位專家加入風險評分作業，再由規劃執行單位依據工作小組及三位專家提供的風險評分計算各病毒「出現持續性人傳人之風險(Emergence)」及「如果出現人傳人對公衛造成之衝擊風險(Impact)」，並將風險分數以「Emergence」為 X 軸，「Impact」為 Y 軸標記於風險矩陣圖，最後由工作小組及三位專家協助提供增修建議。

四、步驟四：專家提供風險評估結果增修建議

規劃執行單位依據各工作小組及專家提供的風險因子評估結果、佐證資料及評分結果彙整及撰寫初稿，並提供工作小組修改與確認，及請專家針對風險評估報告初稿提出增修建議。

五、步驟五：產出風險評估報告

風險評估報告內容包含摘要、前言、主要觀察及結論、材料與方法、結果、討論與建議、限制及參考文獻等，並由規劃執行單位綜整專家提出的風險評估報告初稿增修建議，最後於工作小組會議確認最終報告內容。

六、步驟六：調整風險評估作業流程及公布報告

依據本作業流程執行狀況進行研析、檢討與機制調整，並產出最終風險評估結果報告，及於工作會議確認公布方式。

肆、 結果

國內自 2015 年起爆發高病原性禽流感病毒株之 2.3.4.4c 分支 H5 亞型疫情後，檢出許多新重組亞型，並於 2019 年首度檢出高病原性 H5N5 重組型病毒株後，陸續在中南部許多家禽病例檢出，並成為主要流行株，直到 2021 年國內首次檢出 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型後取代 H5N5 重組型病毒株成為主要流行病毒株[6]，隨後 2022 年底再由國內首次檢出之 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型取代 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型成為主要流行株，且在 2021-2023 年間，我國鄰近國家日本、韓國等出現 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型造成之嚴重禽流感疫情，並在俄羅斯、中國、英國等國家皆出現 2.3.4.4b 分支 H5 亞型感染人類的病例。以下分述本報告評估結果：

一、國內外 2020 年 1 月至 2024 年 4 月動物疫情狀況，及重要病毒序列分析資訊

(一) 國內

1. 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型：除在家禽與候(野)鳥外，無其他物種檢出感染。其中禽場病例首次於 2022 年 11 月 17 日宜蘭縣檢出，截至 2024 年 4 月 30 日累計 94 例，病例主要集中在中部的家禽場；候(野)鳥病例首次於 2021 年 11 月 24 日臺北市鴨科排遺檢出，截至 2024 年 4 月 30 日累計 17 例。
2. 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型：無檢出動物感染案例。
3. 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型：除家禽與候(野)鳥外，無其他物種檢出感染案例，其中家禽場病例首次於 2021 年 8 月 9 號於雲林縣產業道路鴨屍檢出，截至 2024 年 4 月 30 日累計 46 例，且病例主要集中於中部家禽場，最近 1 例病

例發生於 2023 年 2 月 4 日屏東；候(野)鳥病例於 2023 年 2 月 26 日屏東大冠鷲檢出，截至 2024 年 4 月 30 日累計 1 例。

4. H5N6 亞型：無檢出動物感染案例。
5. H5N8 亞型：除候(野)鳥外，無其他物種有檢出感染案例，候(野)鳥病例是在 2020 年 12 月 5 號於高雄市鴨科排遺中檢出。
6. 重要病毒序列分析資訊

(1) 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型：根據獸醫研究所的研究結果，國內 H5N1 病毒源自歐亞 2.3.4.4b H5N1 病毒，目前檢出 10 種重組基因型，除 HA、NA 與 M 仍維持一致外，其餘 5 段基因來自歐亞野鳥禽流感病毒基因庫 (gene pool)。另根據疾管署針對國內 2023 年 4 株 H5 病毒的基因序列分析結果，包含 A/chicken/Taiwan/23030006/2023(H5N1)、A/quail/Taiwan/23010001/2023 (H5N1)、A/chicken/Taiwan/23070002/2023 (H5N1)及 A/quail/Taiwan/23080006/2023 (H5N1)，其 HA 屬於 H5 clade 2.3.4.4b，與 2022 年分離病毒相近，與臺灣 2015-2021 年分離 H5N8, H5N2, H5N3, H5N5 clade 2.3.4.4c 不同；此外，研究結果顯示上述 4 株病毒株其 HA 基因主要胺基酸位點 (226 及 228) 無變異，但次要胺基酸位點 (138 及 160) 已突變，顯示病毒進入人類細胞的風險提高但影響較小；PB2 基因的胺基酸位點 (627 及 701) 無變異，顯示該分支亞型仍屬禽源性病毒，在哺乳類細胞內複製力不佳；NA 基因的胺基酸位

點 (119、222 及 292) 無變異，顯示病毒對抗病毒藥物 Oseltamivir(屬神經胺酸酶抑制劑，neuraminidase inhibitor)仍具感受性(susceptible)。[7, 8]

(2) 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型：根據獸醫研究所的研究結果，國內 H5N2 病毒源自 2020-2021 年歐亞 2.3.4.4b H5Nx 病毒重組，除 HA 與 M 外，其餘 6 段基因來自歐亞野鳥禽流感病毒基因庫 (gene pool)，此外序列分析無發現哺乳類適應性之重要位點變異。[9, 10]

(二) 國際間

1. 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型：自 2021 年於野鳥中檢出後，因其具易感染野鳥之基因而迅速在 2021 年底於歐洲、亞洲及非洲傳播，並於 2022 年擴散至美洲，隨後於美國家禽中爆發疫情。除野鳥外，在 2021 年亦出現哺乳類感染案例，其主要發生於歐洲，而在 2022 年後美洲、亞洲及歐洲均傳出禽鳥以外之物種感染案例，包含圈養的大型貓科動物、美洲獅、山貓、棕熊、黑熊、寬吻海豚、灰海豹、斑海豹、紅狐、土狼、魚貂、北美水獺、美國貂、狸、臭鼬、負鼠、狗、家貓、北極熊、小山羊、乳牛。
2. 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型：於歐洲、亞洲、非洲之家禽與野鳥中持續流行，但尚未有哺乳動物有感染案例。
3. 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型：往年多於家禽中檢出，然而 2022 年至 2023 年間，開始於亞洲野鳥中檢出，但尚未有哺乳類檢出病例。

4. H5N6 亞型：主要於亞洲之野鳥及家禽間流行，且哺乳動物有感染案例。
5. H5N8 亞型：分別於 2015 年至 2017 年間及 2020 年至 2021 年間發生流行，主要發生於歐洲，在家禽、野鳥及哺乳類動物均有感染案例。
6. 重要病毒序列分析資訊

(1) 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型：歐洲 H5N1 持續存在及重組，2023 年 10 月至 2024 年 3 月期間歐洲有 7 種基因型，在少數感染哺乳動物的病毒發現其具有 PB2 基因重要胺基酸位點的 E627K、D701N、T271A 與 K526R 等變異，禽來源病毒僅少數發現具 E627K、D701N 變異。另 2.3.4.4b H5N1 進入北美後與北美低病原性禽流感病毒頻繁重組，境內已產生 100 多種基因型，其中 2024 年感染美國乳牛的病毒均屬於基因型 B3.13，八段基因親緣關係分析支持病毒從鳥單一溢出至牛群後再牛隻之間橫向傳播；HA 基因片段胺基酸位點具有 137A、158N 和 160A 變異，可能會增加與人型受體的結合親和力；PB2 基因胺基酸位點 E627K 和 D701N 序列變異以低頻存在；另與受感染乳牛直接接觸的人類病例之病毒具有 PB2 基因胺基酸位點 E627K 變異。[11-14] 另經與國內 H5N1 亞型進行核酸序列比對分析，美國乳牛中 H5N1 病毒的 PB2、PB1、NP 與 NS 等四段基因均源自北美病毒株，與臺灣禽鳥所檢出之 H5N1 為不同之病毒群。

(2) H5N6 亞型：2023 年冬季南韓在野生鳥類檢測到 3 例 2.3.4.4b 分支 H5N6 亞型病毒，與日本 2023 年 A/peregrine falcon/Saga/4112A002/2023(H5N6)

的各段基因高度相似(核苷酸相似度 99.77%–100%)；其 HA、PB1、M 基因與 2022-2023 年在韓國傳播的 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型的主要基因型相近；PB2、NP、NS 基因與歐亞野鳥低病原性禽流感病毒相近；NA 基因與中國 H5N6 亞型高病原性禽流感病毒相近。[15]

- (3) H5N8 亞型：在 2020-2021 年間，H5N8 亞型病毒在歐洲已重組產生至少 6 種不同基因型，並在歐亞及非洲禽類間造成嚴峻疫情，且部分病毒株具 PB2 基因胺基酸位點變異，因此可能增加病毒於哺乳類或人類體內之複製能力。[16]

二、國內外 2020 年 1 月至 2024 年 4 月人類疫情狀況(如表 1 及圖 1)

(一) 國內

截至 2024 年 4 月無人類感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型、2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型、2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型、H5N6 亞型及 H5N8 亞型的確定病例。

(二) 國際間

1. 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型：共有 13 例人類確定病例，致死率為 7.7%，包含 2021 年英國 1 例，2022 年中國 1 例、西班牙 2 例及美國 1 例，2023 年中國 1 例、厄瓜多 1 例、智利 1 例及英國 4 例，2024 年美國 1 例，其中 12 例具有禽鳥及動物接觸史、1 例接觸史不明但居住地已爆發高病原禽流感，研判可能為環境汙染。
2. 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型：共有 11 例人類確定病例，致死率為 54.5%，包含 2023 年柬埔寨 6 例，2024 年柬埔寨 4 例、越南 1 例，11 例皆具病禽接觸史。
3. 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型：無人類確定病例。
4. H5N6 亞型：共有 67 例人類確定病例，致死率為 26.9%，包含 2020 年中國 5 例，2021 年中國 36 例及寮國 1 例，2022 年中國 18 例，2023 年中國 6 例，2024 年中國 1 例，其中 65 例具禽類/活禽市場暴露史。另 WHO 2021 年 11 月評估，H5N6 亞型之人畜共病威脅仍高，但尚不清楚該病毒亞型人畜共病能力是否提升，而人類病例增加較可能係因病毒於禽類中傳播擴散導致，目前尚無具人傳人能力之相關證據。

5. H5N8 亞型：共有 7 例人類確定病例，均屬分支 2.3.4.4b，皆為輕症或無症狀，此 7 病例皆發生於 2020 年 12 月俄羅斯，係因個案具病禽暴露史而進行檢測並檢測出，其病毒基因與來自家禽的病毒幾乎相同，又與歐亞禽類中流行的病毒株密切相關；另研究顯示，H5N8 亞型對禽類及人類皆具親和性，跨物種感染能力有升高的風險，但目前尚無具人傳人能力之相關證據。

表 1、國內外 2020 年 1 月至 2024 年 4 月人類疫情狀況

亞型	2020年		2021年		2022年		2023年		2024年~4月30日		總計	
	國內	國外	國內	國外	國內	國外	國內	國外	國內	國外	國內	國外
2.3.4.4b分支H5N1亞型	0	0	0	1	0	4	0	7	0	1	0	13
2.3.2.1c分支H5N1亞型	0	0	0	0	0	0	0	6	0	5	0	11
2.3.4.4b分支H5N2亞型	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H5N6亞型	0	5	0	37	0	18	0	6	0	1	0	67
H5N8亞型	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
總計	0	12	0	38	0	22	0	19	0	7	0	98

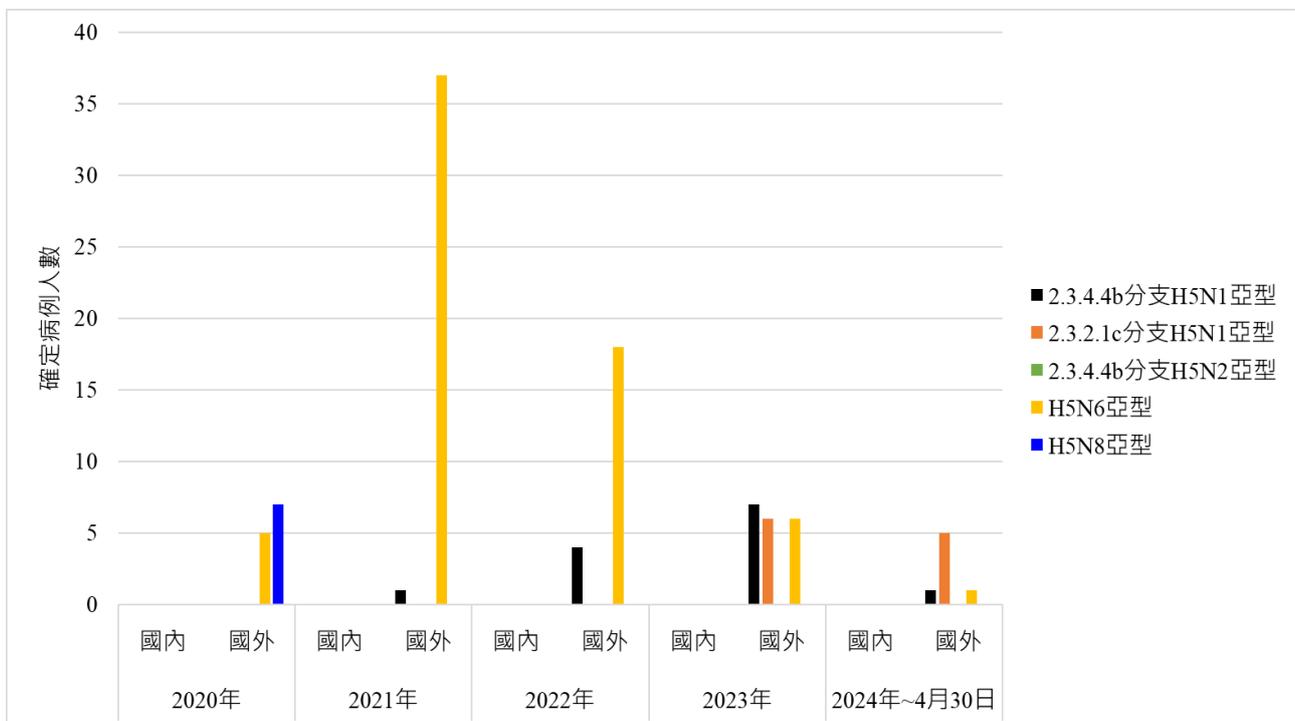


圖 1、國內外 2020 年 1 月至 2024 年 4 月人類疫情狀況

三、風險評估結果

依據工作小組及專家之評分結果(如附件一)，彙整五項病毒株十項風險因子評估結果說明表(如附件二)，及利用風險分數及十項風險因子之加權計算兩大評估項目(Emergence 及 Impact)之最終風險分數(如表 2 及表 3)，並將最終風險分數標記於風險矩陣圖(如表 4 及圖 2)，以下分述各病毒株風險評估結果：

(一) 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型

截至 2024 年 4 月國內並未出現人類確定病例，國際間共 13 例確定病例，多為輕症且具禽鳥接觸史，致死率為 7.7%，根據現有資料顯示該分支亞型未具高度適應哺乳動物細胞特性、人際間傳播能力或對神經胺酶抑制劑等抗病毒藥物之廣泛抗藥性，另根據世界衛生組織 2024-2025 年流感季北半球的禽流感候選疫苗病毒株建議包含 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒，但疫苗仍尚處研發階段。此外，國內具禽場疫情，國際間曾發生過大規模動物感染疫情及於歐洲、美洲、亞洲及非洲皆有禽鳥及哺乳動物感染案例。綜合研判為中風險*(Emergence=4.02、Impact=4.31)。

(二) 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型

截至 2024 年 4 月國內並未出現人類確定病例，國際間共 11 例確定病例，皆具禽鳥接觸史，致死率為 54.5%，然而與該分支亞型相關的基因序列及抗藥性等相關研究較少，另根據世界衛生組織 2024-2025 年流感季北半球的禽流感候選疫苗病毒株建議包含 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型病毒，但疫苗仍尚處研發階段。然而，

雖然目前國內無動物感染案例，國際間亦未有哺乳類動物感染案例，但持續於印尼家禽中檢出。綜合研判為低至中風險* (Emergence=3.02、Impact=4.06)。

(三) 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型

截至 2024 年 4 月國內及國際間皆無人類確定病例，且在國內研究顯示該分支亞型未具高度適應哺乳動物細胞特性，國際間亦僅少數報告顯示其針對非主流藥物具抗藥性，另根據世界衛生組織 2024-2025 年流感季北半球的禽流感候選疫苗病毒株建議並未包含 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型病毒。然而，雖然目前無哺乳類動物感染案例，但曾在國內造成家禽之禽流感疫情。綜合研判為低風險* (Emergence=2.73、Impact=3.49)。

(四) H5N6 亞型

截至 2024 年 4 月國內並未出現人類確定病例，國際間共 67 例確定病例，多為重症及具禽鳥接觸史，致死率為 26.9%，雖然根據現有資料顯示國內無該亞型疫情且其未具高度適應哺乳動物細胞特性或對神經胺酶抑制劑等抗病毒藥物之廣泛抗藥性，另根據世界衛生組織 2024-2025 年流感季北半球的禽流感候選疫苗病毒株建議包含 H5N6 亞型病毒，但疫苗仍尚處研發階段且人類重症率及死亡率高。然而，雖然目前國內無動物感染案例，但國際間於亞洲之野鳥及家禽間流行，且哺乳動物有感染案例。綜合研判為低至中風險* (Emergence=3.44、Impact=4.42)。

(五) H5N8 亞型

截至 2024 年 4 月國內並未出現人類確定病例，國際間共 7 例確定病例，均為無症狀或輕症，根據現有資料顯示該亞型未具高度適應哺乳動物細胞特性或對神經胺酸酶抑制劑等抗病毒藥物之廣泛抗藥性，另根據世界衛生組織 2024-2025 年流感季北半球的禽流感候選疫苗病毒株建議包含 H5N8 亞型病毒，但疫苗仍尚處研發階段。然而，雖然國內僅少數候(野)鳥有感染案例，但國際間曾發生大規模禽流感疫情。綜合研判為低風險* (Emergence=3.19、Impact=3.39)。

*綜合風險判定標準：Emergence 及 Impact 兩項皆介於 8-10 分為高風險；一項介於 8-10 分、一項介於 4-7 分為中至高風險；兩項皆介於 4-7 分為中風險；一項介於 4-7 分、一項介於 1-3 分為低至中風險；兩項皆介於 1-3 分為低風險。

表 2、出現持續性人傳人之風險(Emergence)分數計算表

十項風險因子 (Risk Element)	加權* (Weight, W)	2.3.4.4b分支H5N1亞型		2.3.2.1c分支H5N1亞型		2.3.4.4b分支H5N2亞型		H5N6亞型		H5N8亞型	
		風險分數(Risk Score, RS)	W x RS								
人類感染情形	0.29	2.23	0.65	2.23	0.65	1.46	0.43	2.92	0.85	2.23	0.65
實驗動物傳染情形	0.19	3.35	0.65	2.02	0.39	1.67	0.32	2.50	0.48	2.10	0.41
病毒與動物細胞受體結合情形	0.14	3.78	0.54	2.19	0.31	2.42	0.35	2.38	0.34	2.29	0.33
群體免疫	0.11	8.50	0.93	8.35	0.92	8.88	0.97	8.42	0.92	8.31	0.91
動物感染情形	0.08	5.23	0.44	2.50	0.21	2.29	0.19	2.69	0.23	3.44	0.29
病毒序列分析	0.06	4.65	0.30	2.90	0.19	2.04	0.13	3.42	0.22	3.46	0.22
抗原相關性	0.05	2.38	0.11	1.90	0.09	2.42	0.12	3.13	0.15	2.13	0.10
全球動物分布	0.03	8.54	0.29	4.25	0.14	4.33	0.15	3.46	0.12	6.42	0.22
疾病嚴重度及致病機轉	0.02	3.44	0.07	3.92	0.08	1.79	0.04	4.31	0.09	1.83	0.04
抗病毒藥劑治療選擇	0.01	3.04	0.03	3.25	0.03	3.79	0.04	3.21	0.03	1.79	0.02
總計	1.00		4.02		3.02		2.73		3.44		3.19

*加權分數計算方式係參照美國 CDC 流感風險評估工具(IRAT)

表 3、如果出現人傳人對公衛造成之衝擊風險(Impact)分數計算表

十項風險因子 (Risk Element)	加權* (Weight, W)	2.3.4.4b分支H5N1亞型		2.3.2.1c分支H5N1亞型		2.3.4.4b分支H5N2亞型		H5N6亞型		H5N8亞型	
		風險分數(Risk Score, RS)	W x RS								
疾病嚴重度及致病機轉	0.29	3.44	1.01	3.92	1.15	1.79	0.52	4.31	1.26	1.83	0.54
群體免疫	0.19	8.50	1.64	8.35	1.61	8.88	1.71	8.42	1.62	8.31	1.60
人類感染情形	0.14	2.23	0.32	2.23	0.32	1.46	0.21	2.92	0.42	2.23	0.32
抗病毒藥劑治療選擇	0.11	3.04	0.33	3.25	0.36	3.79	0.42	3.21	0.35	1.79	0.20
抗原相關性	0.08	2.38	0.20	1.90	0.16	2.42	0.20	3.13	0.26	2.13	0.18
病毒與動物細胞受體結合情形	0.06	3.78	0.24	2.19	0.14	2.42	0.16	2.38	0.15	2.29	0.15
病毒序列分析	0.05	4.65	0.22	2.90	0.14	2.04	0.10	3.42	0.16	3.46	0.17
實驗動物傳染情形	0.03	3.35	0.11	2.02	0.07	1.67	0.06	2.50	0.08	2.10	0.07
全球動物分布	0.02	8.54	0.18	4.25	0.09	4.33	0.09	3.46	0.07	6.42	0.14
動物感染情形	0.01	5.23	0.05	2.50	0.03	2.29	0.02	2.69	0.03	3.44	0.03
總計	1.00		4.31		4.06		3.49		4.42		3.39

*加權分數計算方式係參照美國 CDC 流感風險評估工具(IRAT)

表 4、風險評估結果彙整表

亞型	Emergence (x 軸)	Impact (y 軸)
2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型	4.02	4.31
2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型	3.02	4.06
2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型	2.73	3.49
H5N6 亞型	3.44	4.42
H5N8 亞型	3.19	3.39

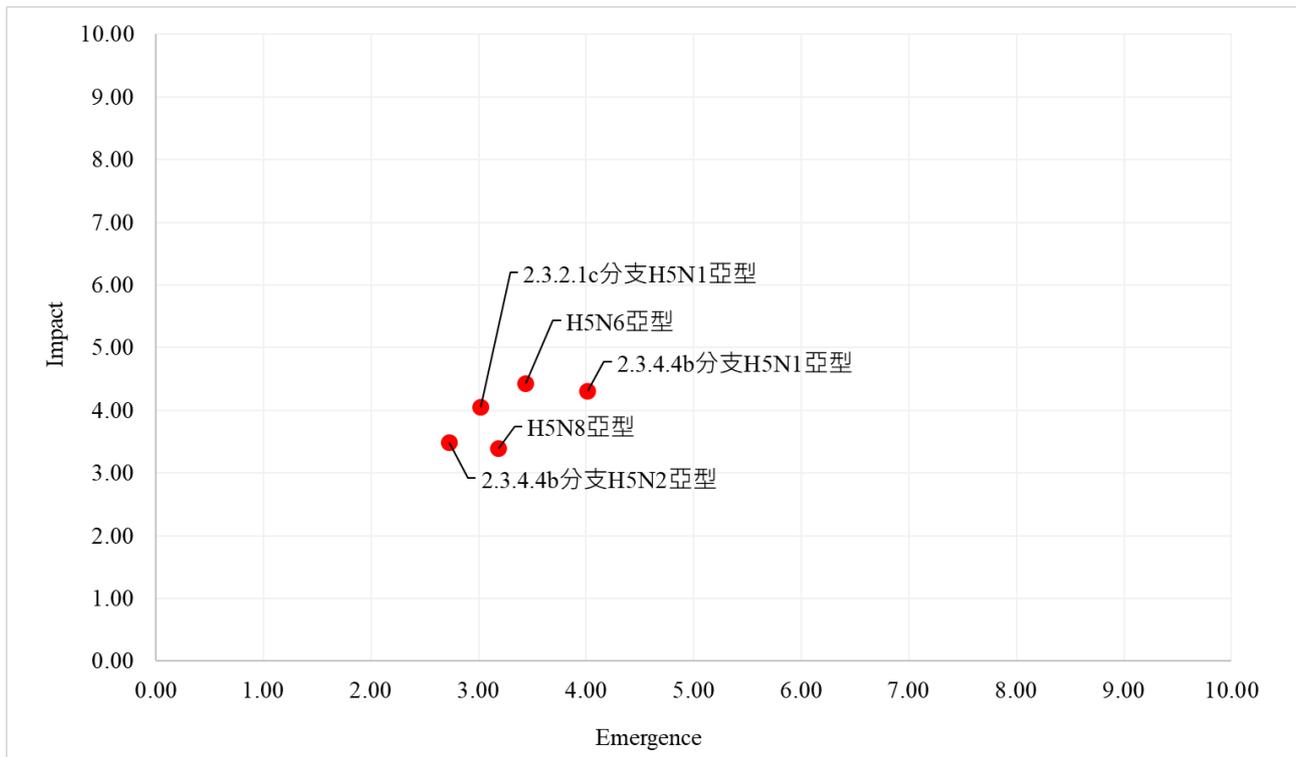


圖 2、風險評估結果矩陣圖

四、國內動物及人類陽性病例之監測、診斷、疫苗等防治現況

雖然目前禽流感病毒株感染人類及在人際間持續傳播的可能性不高，但其仍有偶發、零星的人類感染個案或可能在人體中與其他病毒發生基因重組，進而造成人類疫情爆發之風險，因此必須透過防治手段阻絕禽流感病毒株在動物及人禽介面間之傳播。我國針對動物禽流感疫情及人類新型 A 型流感疫情，分別由農業部及衛生福利部進行疫情監測、診斷等防疫工作，以下分述目前農衛雙方面對動物禽流感及人類新型 A 型流感之防治現況：

(一) 禽流感防疫現況

1. 監測

依據防檢署訂定之「高病原性家禽流行性感冒(HPAI)監測、預警及通報流程作業規範」，針對野外可疑病例、家禽血清學以及候鳥排遺等進行家禽流行性感冒之監測工作。此外亦蒐集國際間動物疫情訊息，並將國內外禽流感疫情資訊公布於防檢署禽流感資訊專區(網址：<https://ai.gov.tw/index.php>)，提供民眾相關疫情資訊。

2. 診斷

根據「動物傳染病防治條例」我國高病原性家禽流行性感冒為法定甲類動物傳染病，獸醫師或獸醫佐於執行業務時，發現動物罹患、疑患或可能感染時，應依法於 24 小時內向當地動物防疫機關報告，而動物所有人或管理人，於其動物罹患或疑患動物傳染病或病因不明而死亡時，應向動物防疫機

關報告。直轄市、縣(市)動物防疫機關接獲疫情通報後，將協助後送相關檢體至獸醫研究所進行檢驗及結果判定。

3. 疫苗

目前例行使用禽流感疫苗國家僅中國大陸、越南、埃及、印尼及墨西哥等國，均無法有效控制禽流感疫情；英國、美國及歐洲國家對於禽流感疫苗使用皆在評估階段，應持續收集及更新疫苗使用資訊，俟歐美等先進國家使用後，分析使用結果並參採我國產業狀況，再評估其可行性。

(二) 新型 A 型流感防疫現況

1. 監測

衛生單位在接獲農政單位的動物流感疫情通知訊息時，依據檢出亞型對人類疾病嚴重度高低，須針對禽流感發生之禽場相關人員執行疫情調查、衛教宣導、接觸者造冊、開立自主健康管理通知書、健康狀況主動追蹤，並針對可能接觸病/死禽之高暴露風險人員進行禽流感病毒抗體血清流行病學調查，及協助有症狀者就醫。

此外，疾管署透過人類禽流感病毒抗體血清流行病學調查監測之多年期計畫，以禽類禽流感疫情發生點之相關工作及動物防疫人員作為暴露組，並以未具禽畜暴露史之民眾作為對照組，進行血清流行病學調查、分析/建立國內人類禽流感病毒血清抗體流行趨勢，並探討風險族群之禽流感病毒株抗體效價差異之風險因素等資訊，作為調整/擬定防治政策之參考。

2. 診斷

目前人類確診新型 A 型流感的病例之潛伏期大部分為 1 至 10 天，依據疾管署「新型 A 型流感傳染病防治工作手冊」，我國新型 A 型流感之潛伏期採用 10 天為估計上限，可傳染期以個案症狀出現前一天至症狀緩解後且檢驗證實流感病毒陰性後為止。臨床症狀可能包含結膜炎或類流感症狀如發燒、咳嗽、喉嚨痛、肌肉痠痛等，嚴重可導致呼吸困難、肺炎、呼吸窘迫、衰竭或死亡，因屬第五類法定傳染病，故臨床醫師如發現符合通報條件之個案，應於 24 小時內完成通報並採檢，再由疾管署依個案之檢體採驗結果研判其疾病分類。

3. 疫苗

我國自 2018 年不再儲備實體 H5 亞型流感疫苗，目前是透過接種季節性流感疫苗來降低若同時感染人類與動物流感病毒於人體進行基因重組的風險，且禽畜業及動物防疫相關人員為公費接種對象，應按時接種季節性流感疫苗。

五、風險族群之血清流行病學調查結果

根據疾管署 2020 年「人類禽流感病毒抗體血清流行病學調查計畫」及 2021-2023 年「風險族群禽流感病毒抗體血清流行病學調查計畫」，以禽類禽流感疫情發生點之禽畜相關工作及動物防疫人員(暴露組)及以無登記養禽場之鄉/鎮/市/區內未具禽畜暴露史之住民為對照(對照組)進行 H5N2 亞型及 H5N8 亞型(選用病毒株屬 2.3.4.4c 分支)

之抗體血清流行病學調查監測及長期追蹤[17-20]，研究結果顯示，在 2020 年，暴露組(94 人)與對照組(88 人)之 H5N8(2.3.4.4c 分支) HI titer，大於等於 1：40，分別 7.4% 及 0%；H5N2(2.3.4.4c 分支) HI titer，大於等於 1：40，分別為 20.2% 及 12.5%；2021 年暴露組(88 人)與對照組(88 人)之 H5N8(2.3.4.4c 分支) HI titer，大於等於 1：40，分別為 2.3% 及 0%；H5N2(2.3.4.4c 分支) HI titer，大於等於 1：40，分別為 13.6% 及 0%；2022 年暴露組(101 人)與對照組(101 人)之 H5N8(2.3.4.4c 分支) HI titer，大於等於 1：40，分別為 0% 及 1%；H5N2(2.3.4.4c 分支) HI titer，大於等於 1：40，分別為 0% 及 1%；2023 年暴露組(97 人)與對照組(97 人)之 H5N8 HI titer，大於等於 1：40，分別為 0% 及 0%；H5N2(2.3.4.4b 分支) HI titer，大於等於 1：40，分別為 2.1% 及 0%。

綜整近四年研究結果，2021 年 H5N2 及 H5N8 抗體效價分布在年齡性別配對之暴露組及對照組皆有統計上顯著差異，2020 年 H5N8 抗體效價分布有顯著差異、2022 及 2023 年 H5N2 抗體效價分布有顯著差異，然而上開結果可能受季節性流感、國內實際流行禽流感病毒株與研究選用病毒株等因素影響，且 2023 年之長期追蹤組(2021、2022 年暴露組，2023 年繼續追蹤)未發現有抗體效價上升四倍且 $\geq 1:40$ 之血清抗體陽轉現象，但逾 5 成接觸者，抗體效價有上升趨勢(由 $<1:10$ 上升至 1:10 及 1:20)。由於暴露組均未發現有症狀感染，評估現階段風險族群感染禽流感風險仍低。

伍、 討論與建議

一、本風險評估報告係以 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型、2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型、2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型、H5N6 亞型及 H5N8 亞型進行風險評估，著重於 2.3.4.4b、2.3.2.1c 病毒分支及重要亞型之整體評估，此與美國 CDC 著重評估已出現人類感染病例之特定禽流感病毒株不同，因此風險評估結果與美國 CDC 評估之 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型 [A/mink/Spain/3691-8_22VIR10586-10/2022] (Emergence=5.1、Impact=6.2)、H5N2 亞型 [A/Northern pintail/Washington/40964/2014] (Emergence=3.8、Impact=4.1)、2.3.4.4b 分支 H5N6 亞型 [A/Sichuan/06681/2021] (Emergence=5.3、Impact=6.3) 及 H5N8 亞型 [A/gyrfalcon/Washington/41088/2014] (Emergence=4.2、Impact=4.6) 等病毒株相比，風險等級較低[1]，但在趨勢上兩國的風險評估結果在 H5N1 亞型及 H5N6 亞型皆具有較高的風險。然而，因我國風險評估著重於重要亞型的整體風險，而美國 CDC 則著重於特定病毒株的風險，且兩國間進行風險評估的時間也存在差異，因此不建議直接比較兩國之風險評估結果。

二、世界衛生組織發現在 2020-2021 年間主要感染人類的禽流感病毒為 H5N6 亞型，而在 2023-2024 年間則頻繁出現 H5N1 亞型，感染動物的種類亦已出現候(野)鳥以外的物種，如羊、乳牛等。且今年 3 月 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型在美國造成至少 8 個州的乳牛感染疫情及已有人類感染案例。雖然我國截至 2024 年 4 月無人類感染 H5N1 亞型的確定病例，但在 2023-2024 年流感季期間，持續新增 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型禽流感陽性案例場，且已成為主要流行亞型，故綜整國內外十項風險因子評估資料，相較

其他亞型風險評估結果分數仍較高。建議衛生單位加強醫師通報警覺度及宣導具陽性禽場暴露史之業者及工作人員於自主健康管理期間，應特別留意自身健康狀況，如出現類流感等急性呼吸道感染症狀或急性結膜炎，應主動通知衛生單位安排就醫並由醫師通報採檢送驗，以監測禽流感病毒株對人類之風險，並做出相對應防治策略。

三、世界衛生組織等國際組織對於今年發生美國乳牛感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型事件，基於目前僅出現零星人類感染輕症病例，且尚無人傳人跡象，及飲用牛乳和乳製品之潛在感染風險尚在調查中，評估對整體公共衛生風險為低，對暴露病禽鳥等動物或環境之高風險族群風險為低至中，並建議加強宣導高風險族群落實自我防護措施，及一般民眾應避免飲用未經適當消毒程序處理的生乳和乳製品。

四、部分病毒株之國內「病毒序列分析」及「病毒與動物細胞受體結合情形」風險因子之實證資料較為不足，建議農衛雙方建立禽流感病毒基因序列及胺基酸位點變異等病毒資訊結構化蒐集及共享機制，以提升風險評估所需資訊蒐集時效。

五、針對國內缺乏部分病毒株之「實驗動物傳染情形」風險因子之佐證資料，建議我國可進行實驗動物感染禽流感病毒之相關研究。

六、此次風險評估雖未將 H7N7 亞型、H7N9 亞型及 H9N2 亞型禽流感病毒納入，但國際間均曾報告人類感染個案，建議須持續監測其基因序列變化情形。

七、國際間持續零星出現人類新型 A 型流感案例，且不同嚴重度個案均有報告，建議加強農衛雙方人禽介面管理，例如持續運用目前已建立之國內人類禽流感血清抗體流行趨勢及可能風險因子等流行病學背景資料與監測模式。疾管署未來將朝針對檢出特殊

型別禽流感案例場之高風險族群，進行急性期與恢復期採檢，以監測風險及於特殊疫情發生時快速應變(rapid response)，並提供風險評估實證。

八、目前國內禽流感病毒株之病毒訊息分析，係由農業部獸醫研究所每季挑選 2 株不同型別之禽流感病毒，比對其與代表株間之核酸及胺基酸差異，以及每半年提供 2 株禽流感病毒供疾管署研檢中心進行病毒在哺乳類動物複製力、毒力或傳播能力相關之重要位點分析，及提供衛生單位參考。建議農政單位增加禽流感病毒株提供頻次與即時性，並建置研檢中心病毒訊息分析結果之及早預警機制。

九、建議建立禽流感病毒及疫情資訊等風險評估實證資料更新及共享機制，並研議及時發布於 FluNet 或 GISAID 等流感病毒國際資料庫平台，達到資料價值共享目的。

陸、 限制

- 一、評估 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒株，因缺乏「抗原相關性」之國內或國際間相關佐證資料，致評分信心度較低(平均信心係數為 0.23)。
- 二、評估 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型病毒株，因缺乏「病毒序列分析」、「病毒與動物細胞受體結合情形」、「實驗動物傳染情形」、「群體免疫」、「抗原相關性」風險項目之部分國內或國際間相關佐證資料，致評分信心度較低(平均信心係數介在 0.26-0.37)。
- 三、評估 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型病毒株，因缺乏「實驗動物傳染情形」、「群體免疫」及「抗原相關性」風險項目之部分國內或國際間相關佐證資料之國內及國際間之哺乳動物試驗相關研究，致評分信心度較低(平均信心係數為 0.32-0.4)。
- 四、評估 H5N6 亞型病毒株，因缺乏「群體免疫」風險項目之國內或國際間相關佐證資料，致評分信心度較低(平均信心係數為 0.4)。
- 五、評估 H5N8 亞型病毒株，因缺乏「群體免疫」及「抗原相關性」風險項目之國內或國際間相關佐證資料，致評分信心度較低(平均信心係數皆為 0.4)。
- 六、本風險評估依據工作小組蒐集截至 2024 年 4 月 30 日之佐證資料進行評分，未納入 2024 年 5 月至 6 月份禽流感疫情及人類感染病例資訊進行風險評估。

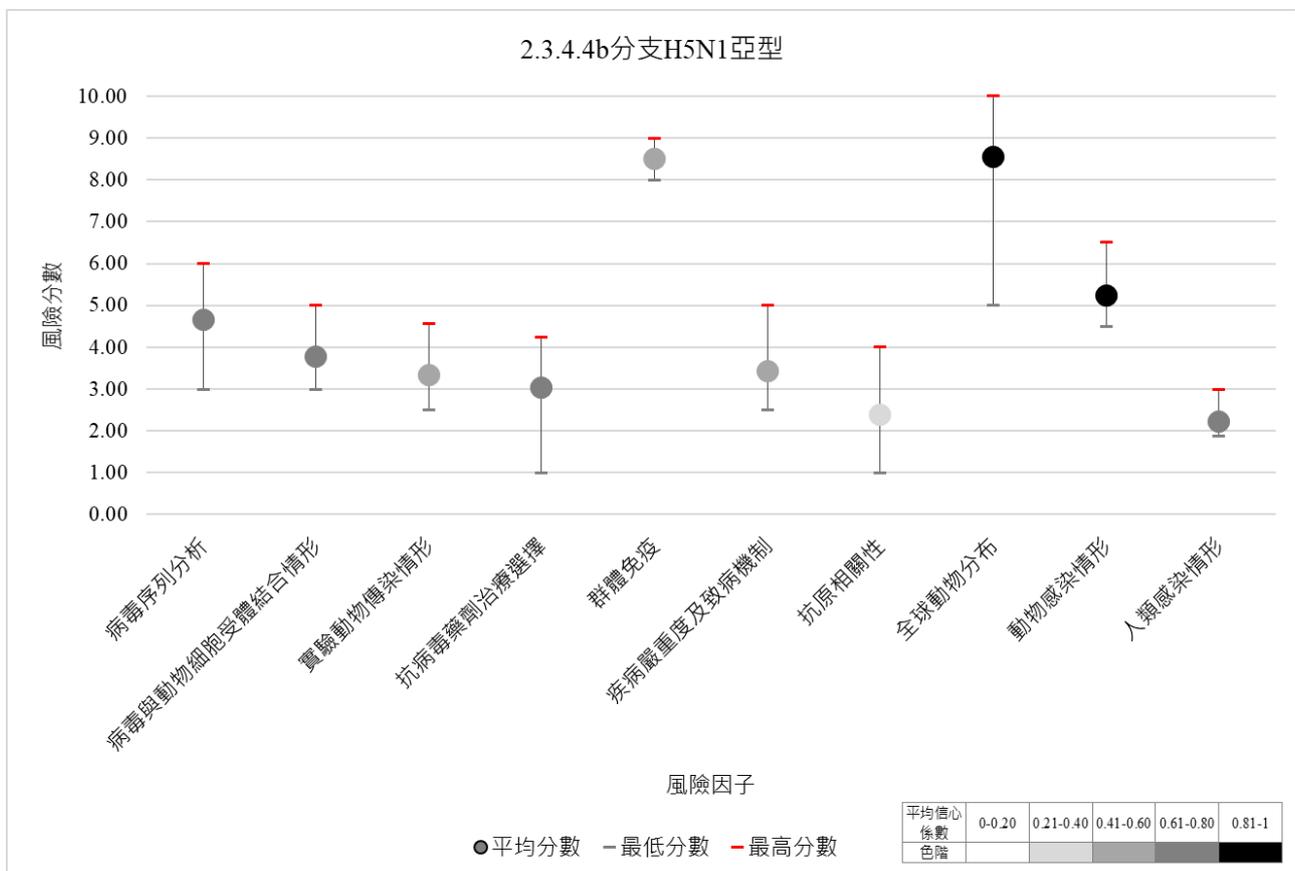
柒、 附件

附件一、工作小組及專家之十項風險因子之風險分數與信心係數彙整表及風險分數分布圖

一、2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型

2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型之十項風險因子之風險分數與信心係數彙整表

十項風險因子	風險分數									平均信心係數
	疾管署	防檢署	獸醫研究所	專家1	專家2	專家3	平均分數	最低分數	最高分數	
病毒序列分析	5.43	4.50	4.00	3.00	5.00	6.00	4.65	3.00	6.00	0.68
病毒與動物細胞受體結合情形	4.15	3.00	3.00	4.00	5.00	3.50	3.78	3.00	5.00	0.65
實驗動物傳染情形	4.58	3.00	3.00	3.50	3.50	2.50	3.35	2.50	4.58	0.45
抗病毒藥劑治療選擇	4.25	3.00	2.00	1.00	4.00	4.00	3.04	1.00	4.25	0.71
群體免疫	8.50	8.50	9.00	9.00	8.00	8.00	8.50	8.00	9.00	0.46
疾病嚴重度及致病機制	3.13	2.50	5.00	3.00	4.00	3.00	3.44	2.50	5.00	0.59
抗原相關性	1.75	1.50	4.00	3.00	3.00	1.00	2.38	1.00	4.00	0.23
全球動物分布	9.25	10.00	9.00	5.00	8.00	10.00	8.54	5.00	10.00	0.86
動物感染情形	5.38	5.00	5.00	4.50	5.00	6.50	5.23	4.50	6.50	0.82
人類感染情形	1.88	2.00	3.00	2.00	2.50	2.00	2.23	1.88	3.00	0.73

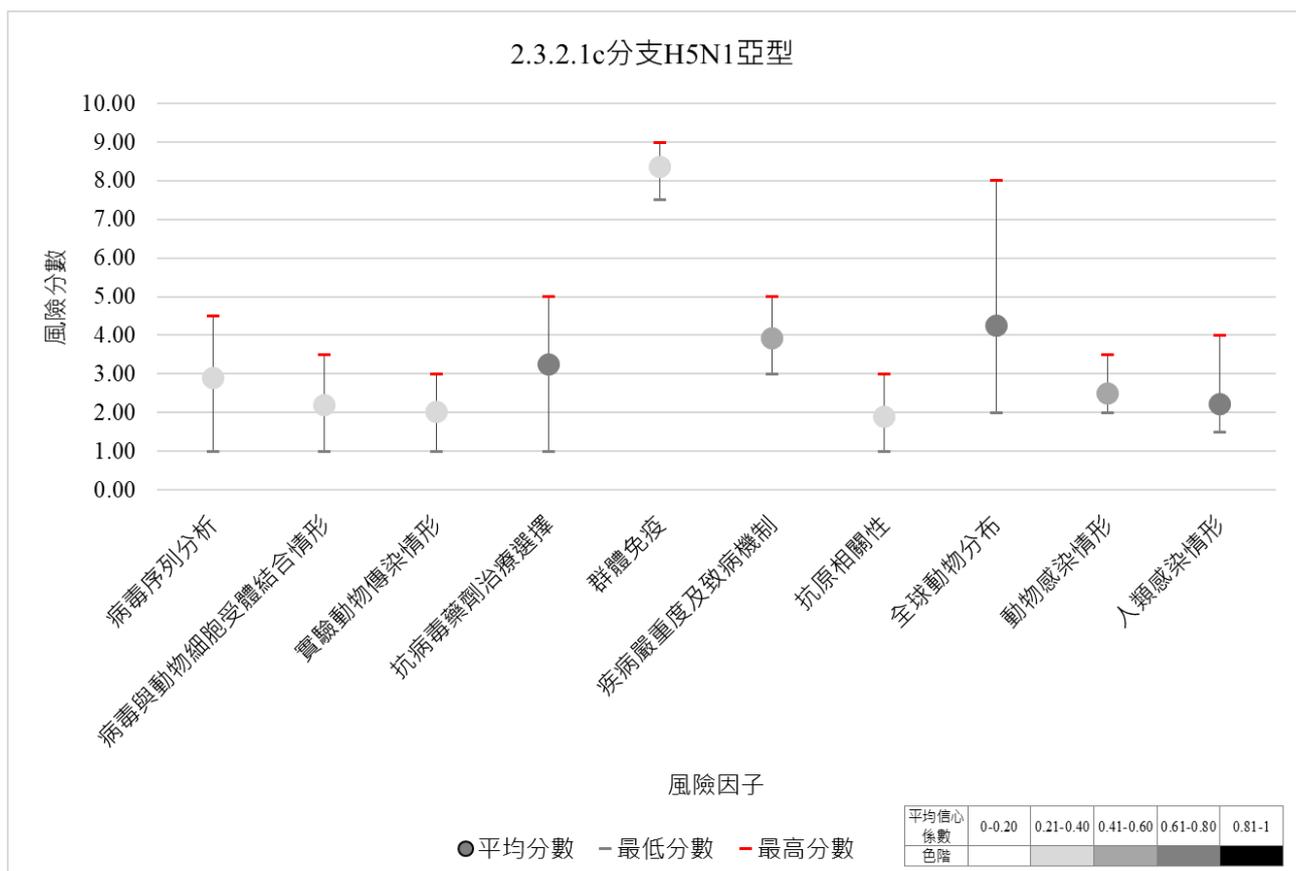


2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型之風險分數分布圖

二、2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型

2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型之十項風險因子之風險分數與信心係數彙整表

十項風險因子	風險分數									平均信心係數
	疾管署	防檢署	獸醫研究所	專家1	專家2	專家3	平均分數	最低分數	最高分數	
病毒序列分析	1.38	1.00	4.00	2.50	4.00	4.50	2.90	1.00	4.50	0.33
病毒與動物細胞受體結合情形	1.13	1.00	3.50	3.00	3.50	1.00	2.19	1.00	3.50	0.28
實驗動物傳染情形	1.13	1.00	3.00	3.00	3.00	1.00	2.02	1.00	3.00	0.27
抗病毒藥劑治療選擇	3.50	2.00	5.00	1.00	5.00	3.00	3.25	1.00	5.00	0.62
群體免疫	8.63	7.50	9.00	9.00	8.00	8.00	8.35	7.50	9.00	0.37
疾病嚴重度及致病機制	3.50	4.00	5.00	3.00	3.50	4.50	3.92	3.00	5.00	0.56
抗原相關性	1.88	1.50	1.00	3.00	3.00	1.00	1.90	1.00	3.00	0.26
全球動物分布	4.50	3.00	5.00	3.00	8.00	2.00	4.25	2.00	8.00	0.63
動物感染情形	2.00	2.00	3.50	2.50	3.00	2.00	2.50	2.00	3.50	0.54
人類感染情形	1.88	1.50	4.00	2.00	2.50	1.50	2.23	1.50	4.00	0.66

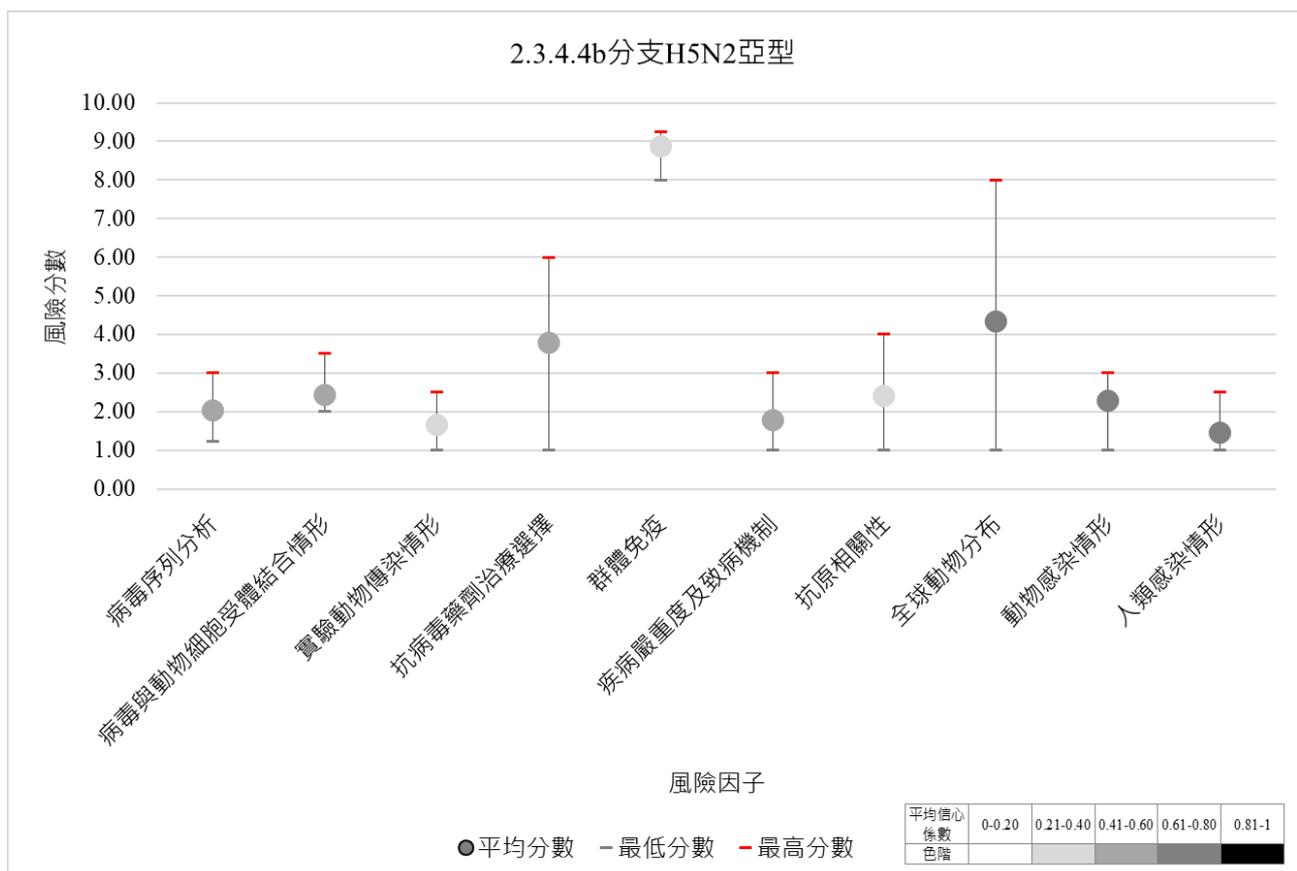


2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型之風險分數分布圖

三、2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型

2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型之十項風險因子之風險分數與信心係數彙整表

十項風險因子	風險分數									平均信心係數
	疾管署	防檢署	獸醫研究所	專家1	專家2	專家3	平均分數	最低分數	最高分數	
病毒序列分析	1.23	2.00	2.50	1.50	3.00	2.00	2.04	1.23	3.00	0.48
病毒與動物細胞受體結合情形	2.03	2.00	2.00	2.50	3.50	2.50	2.42	2.00	3.50	0.43
實驗動物傳染情形	1.50	1.00	2.00	2.00	2.50	1.00	1.67	1.00	2.50	0.32
抗病毒藥劑治療選擇	4.75	2.00	1.00	5.00	4.00	6.00	3.79	1.00	6.00	0.56
群體免疫	9.25	9.00	9.00	9.00	8.00	9.00	8.88	8.00	9.25	0.40
疾病嚴重度及致病機制	1.25	1.00	3.00	1.50	3.00	1.00	1.79	1.00	3.00	0.50
抗原相關性	2.00	1.50	4.00	3.00	3.00	1.00	2.42	1.00	4.00	0.40
全球動物分布	7.00	4.00	1.00	2.00	8.00	4.00	4.33	1.00	8.00	0.70
動物感染情形	2.75	1.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.29	1.00	3.00	0.71
人類感染情形	1.25	1.00	1.00	2.50	2.00	1.00	1.46	1.00	2.50	0.63

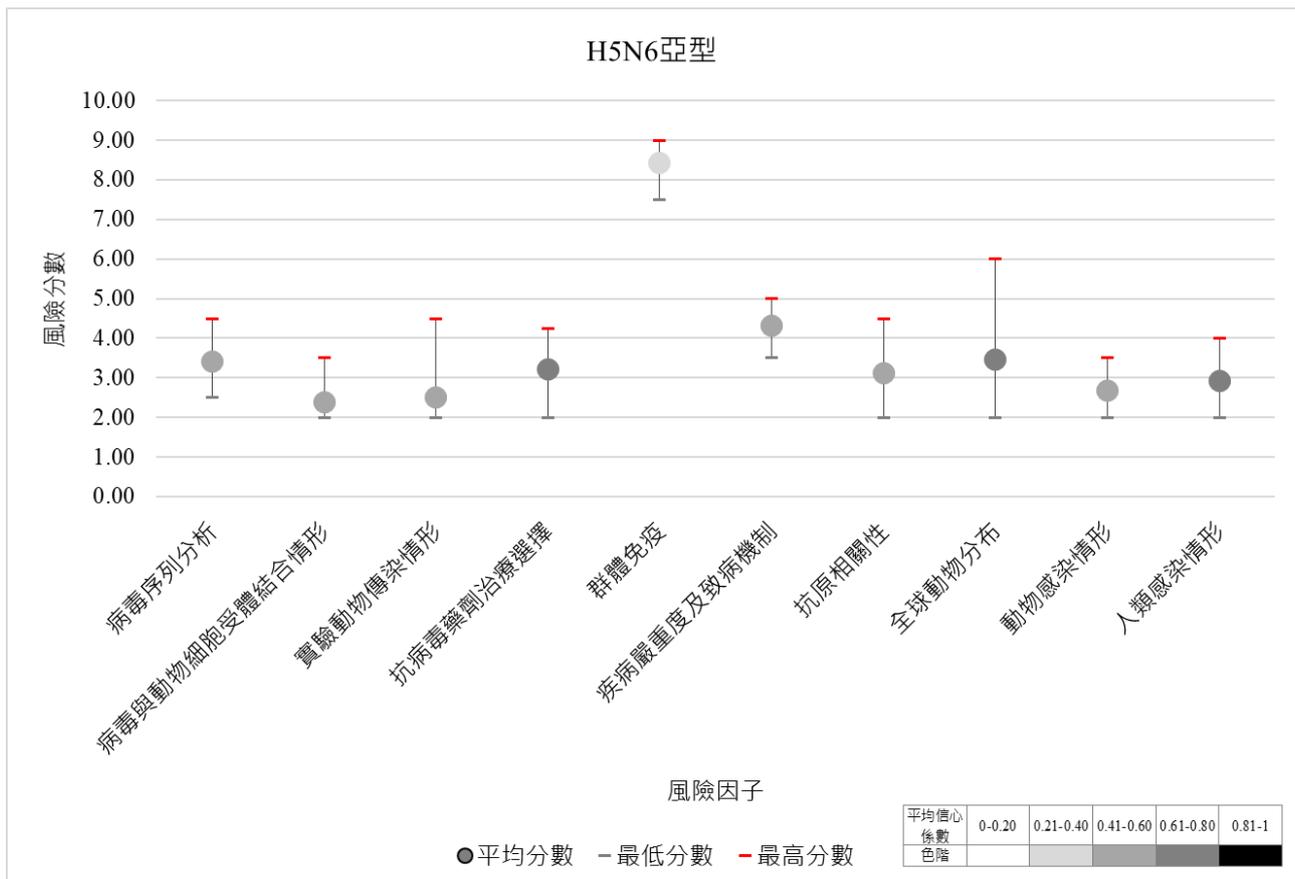


2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型之風險分數分布圖

四、H5N6 亞型

H5N6 亞型之十項風險因子之風險分數與信心係數彙整表

十項風險因子	風險分數									平均信心係數
	疾管署	防檢署	獸醫研究所	專家1	專家2	專家3	平均分數	最低分數	最高分數	
病毒序列分析	3.00	3.00	3.00	2.50	4.50	4.50	3.42	2.50	4.50	0.47
病毒與動物細胞受體結合情形	2.25	2.00	2.00	2.00	3.50	2.50	2.38	2.00	3.50	0.46
實驗動物傳染情形	2.50	2.00	2.00	2.00	4.50	2.00	2.50	2.00	4.50	0.43
抗病毒藥劑治療選擇	4.25	3.00	2.00	3.00	3.00	4.00	3.21	2.00	4.25	0.62
群體免疫	9.00	7.50	9.00	9.00	7.50	8.50	8.42	7.50	9.00	0.40
疾病嚴重度及致病機制	4.38	4.50	4.50	3.50	5.00	4.00	4.31	3.50	5.00	0.59
抗原相關性	3.25	2.00	2.50	3.00	4.50	3.50	3.13	2.00	4.50	0.43
全球動物分布	2.75	3.00	5.00	2.00	6.00	2.00	3.46	2.00	6.00	0.73
動物感染情形	2.13	2.50	3.50	2.00	3.50	2.50	2.69	2.00	3.50	0.59
人類感染情形	2.00	2.00	3.50	2.50	4.00	3.50	2.92	2.00	4.00	0.68

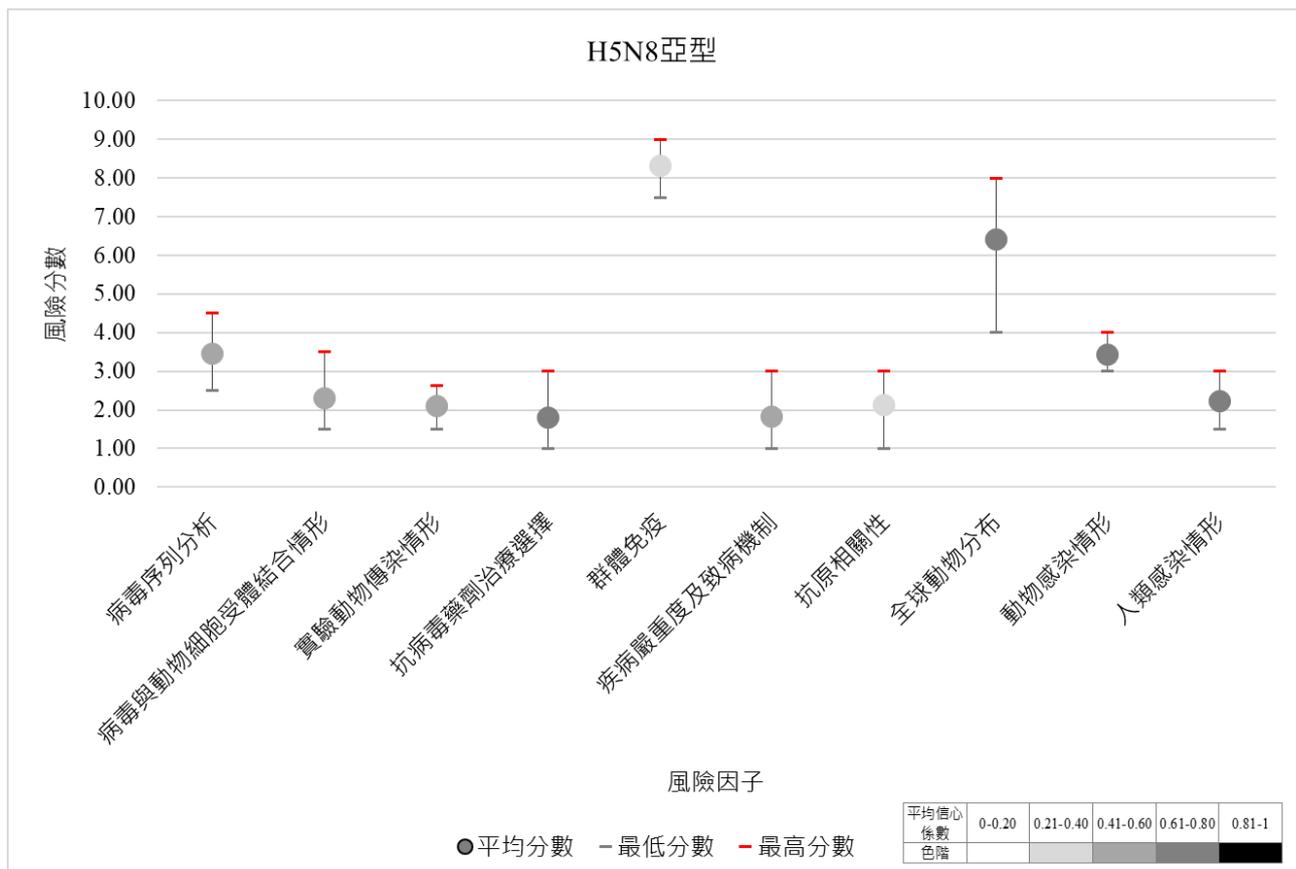


H5N6 亞型之風險分數分布圖

五、H5N8 亞型

H5N8 亞型之十項風險因子之風險分數與信心係數彙整表

十項風險因子	風險分數									平均信心係數
	疾管署	防檢署	獸醫研究所	專家1	專家2	專家3	平均分數	最低分數	最高分數	
病毒序列分析	4.25	3.00	2.50	2.50	4.50	4.00	3.46	2.50	4.50	0.48
病毒與動物細胞受體結合情形	2.25	2.00	2.00	1.50	3.50	2.50	2.29	1.50	3.50	0.44
實驗動物傳染情形	2.63	2.00	2.00	2.00	2.50	1.50	2.10	1.50	2.63	0.45
抗病毒藥劑治療選擇	2.75	1.00	2.00	1.00	3.00	1.00	1.79	1.00	3.00	0.68
群體免疫	8.88	7.50	9.00	9.00	7.50	8.00	8.31	7.50	9.00	0.40
疾病嚴重度及致病機制	1.50	1.50	3.00	1.00	3.00	1.00	1.83	1.00	3.00	0.54
抗原相關性	1.75	1.50	2.50	3.00	3.00	1.00	2.13	1.00	3.00	0.40
全球動物分布	7.50	7.00	5.00	4.00	8.00	7.00	6.42	4.00	8.00	0.79
動物感染情形	3.63	4.00	3.50	3.00	3.50	3.00	3.44	3.00	4.00	0.62
人類感染情形	1.88	1.50	2.50	3.00	2.50	2.00	2.23	1.50	3.00	0.68



H5N8 亞型之風險分數分布圖

附件二、各病毒亞型十項風險因子評估結果說明表

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
病毒特性							
1.病毒序列分析(Genomic analysis)	2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型	中	4.65	3.00	6.00	0.68	<p>國內 H5N1 源自歐亞 2.3.4.4b H5N1 病毒，目前檢出 10 種重組基因型，除 HA、NA 與 M 仍維持一致外，其餘 5 段基因來自歐亞野鳥禽流感病毒株基因庫(gene pool)。其中與病毒毒力相關之 HA 基因，其切割序列為 PLREKRRKR/GLF，屬高病原性禽流感病毒株(HPAI)；與病毒複製相關之 PB2 基因位點(627 及 701 位點)，其胺基酸未突變，表示該病毒仍屬禽源性病毒，在哺乳類細胞內複製力不佳；與病毒進入細胞相關之主要位點(226 及 228 位點)，其胺基酸均未改變，但次要位點(138 及 160 位點)已突變，可能提高病毒進入人類細胞的風險，但其影響較 226 及 228 位點小。另根據疾管署檢驗中心的分析發現，國內的 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒株都具有 polybasic cleavage motif，而 HA 與α2-6 結合相關位點 (HA 222-224, H5 numbering) 沒有產生增加風險的變異，且 PB2 (627, 631) 和 PA (497) 皆不具備哺乳類適應的位點。[7, 8, 21-23]</p> <p>國際間，歐洲 H5N1 持續存在及重組，自 2023 年 10 月至 2024 年 3 月期間，歐洲共檢出 7 種基因型，在這段期間，野生與養殖哺乳動物(如貂等生產毛皮動物)發生零星感染事件，其中野生動物檢出數量較過去少，可能與與野生鳥類中病毒檢出數量較低有關，而少數病毒發現具有 PB2 基因重要位點的 E627K、D701N、T271A 與 K526R 等變異，這主要是在哺乳動物的病毒發現，禽來源病毒僅少數發現具</p>

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							E627K、D701N 變異。在南美洲海洋哺乳動物的病毒則發現有 PB2 基因 Q591K 和 D701N 等變異。另外，2.3.4.4b H5N1 進入北美後與北美低病原性禽流感病毒頻繁重組，境內已產生 100 多種基因型，其中 2024 年感染美國乳牛的病毒均屬於基因型 B3.13，八段基因親緣關係分析支持病毒從鳥單一溢出至牛群後再牛隻之間橫向傳播；HA 片段有 137A、158N 和 160A 特徵，可能會增加與人型受體的結合親和力；PB2 基因 E627K 和 D701N 序列變異以低頻存在，另與受感染乳牛直接接觸的人類病例之病毒具有 PB2 E627K 特徵。除上述研究外，其他哺乳類動物的分離株具有 PB2 基因 627K (家貓、毛皮動物[貂、狐狸])、271A (貂)、D701N (狐狸、海獅) 等變異，會協助病毒在哺乳類動物中複製。[11, 13, 14, 24-29]
	2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型	低	2.90	1.00	4.50	0.33	國內及國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型相關研究。
	2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型	低	2.04	1.23	3.00	0.48	國內 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型源自 2020-2021 年歐亞 2.3.4.4b H5Nx 病毒重組，除 HA 與 M 基因外，其餘 6 段基因來自歐亞野鳥禽流感病毒基因庫，其中與病毒複製相關之 PB2 基因位點(627 及 701 位點)，其胺基酸未突變，另未發現病毒在哺乳類動物複製、毒力或傳播能力相關之重要位點變異。[9, 10] 國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型相關研究。
	H5N6 亞型	低	3.42	2.50	4.50	0.47	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 H5N6 亞型相關研究。

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							國際間，2.3.4.4b 分支 H5N6 亞型病毒近期主要由中國所通報，推測是由 2.3.4.4b 分支 H5N8 亞型病毒與當地 H5N6、H3N2、H4N2 與 H9N2 亞型等病毒重組，已產生許多不同基因型，部分次要位點已突變，可能增加病毒對哺乳類或人類之適應性。另一研究，2023 年冬季南韓在野生鳥類檢測到 3 例 2.3.4.4b 分支 H5N6 亞型病毒，與日本 2023 年 A/peregrine falcon/Saga/4112A002/2023(H5N6)的各段基因高度相似(核苷酸相似度 99.77%–100%)；HA、PB1、M 基因與 2022-2023 年在韓國傳播的 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型的主要基因型相近；PB2、NP、NS 基因與歐亞野鳥低病原性禽流感病毒相近；NA 基因與中國 H5N6 高病原性禽流感病毒相近，後者 2018 年曾影響家禽和人類，但其他段基因則與南韓株不同。[15, 30, 31]
	H5N8 亞型	低	3.46	2.50	4.50	0.48	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 H5N8 亞型相關研究。 國際間，在 2020-2021 年間，H5N8 亞型在歐洲已重組產生至少 6 種不同基因型，並在歐亞及非洲禽類間造成嚴峻疫情，部分病毒株具 PB2 基因位點變異，可能增加病毒於哺乳類或人類體內之複製能力。[16, 32]
2.病毒與動物細胞受體結合情形	2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型	低	3.78	3.00	5.00	0.65	國內 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型之 HA 基因皆仍為親禽類(α 2,3)受體結合位，與人類(α 2,6)受體結合位相關的主要位點(226 及 228 位點)之胺基酸均未改變，但次要位點(138 及 160 位點)已突變，138 及 160 位點突變可能提高病毒進入人類細胞的風險，但其影響較 226 及 228 位點小。[33]

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
(Receptor binding)							國際研究，分析 40 隻感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型的食肉動物(mesocarnivore species)例如紅狐狸、臭鼬及貂之口咽拭子、肺及腦等組織後發現，百分之 17 的病毒其 PB2 基因位點有發生 E627K、E627V 及 D701N 等變異，這可能導致病毒複製能力及動物間傳播能力提升，進而增加人類感染的風險。另一研究指出，針對 2021 年在中國分離的 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒株，測試其對於禽類或哺乳類受體結合的傾向，結果顯示仍與禽類受體有較佳的結合。[34, 35]
	2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型	低	2.19	1.00	3.50	0.28	國內及國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型與哺乳動物細胞受體結合相關研究。
	2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型	低	2.42	2.00	3.50	0.43	國內 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型之 HA 基因皆仍為親禽類(α 2,3)受體結合位，與人類(α 2,6)受體結合位相關的主要位點(226 及 228 位點)之胺基酸均未改變，但次要位點(138 及 160 位點)已突變，138 及 160 位點突變可能提高病毒進入人類細胞的風險，但其影響較 226 及 228 位點小。[10] 國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型與哺乳動物細胞受體結合相關研究。
	H5N6 亞型	低	2.38	2.00	3.50	0.46	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 H5N6 亞型與哺乳動物細胞受體結合相關研究。 國際研究，H5N6 亞型之 HA 基因皆仍為親禽類(α 2,3)受體結合位，與人類(α 2,6)受體結合位相關的主要位點(226 及 228 位點)之胺基酸均未改變，但次要位點(138

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							及 160 位點)已突變，138 及 160 位點突變可能提高病毒進入人類細胞的風險，但其影響較 226 及 228 位點小。[30, 31]
	H5N8 亞型	低	2.29	1.50	3.50	0.44	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 H5N8 亞型與哺乳動物細胞受體結合相關研究。 國際研究，H5N8 亞型之 HA 基因皆仍為親禽類($\alpha 2,3$)受體結合位，與人類($\alpha 2,6$)受體結合位相關的主要位點(226 及 228 位點)之胺基酸均未改變，但次要位點(138 及 160 位點)已突變，138 及 160 位點突變可能提高病毒進入人類細胞的風險，但其影響較 226 及 228 位點小。[36]
3.實驗動物傳染情形 (Transmission in animal models)	2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型	低	3.35	2.50	4.58	0.45	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型相關動物實驗研究。 國際間，部分以 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒株感染雪貂的實驗發現，2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒株無法以飛沫傳染給同籠雪貂或其他動物，然而有其他研究發現，自貂分離的 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒株能在雪貂間透過接觸和空氣傳播，且以最低感染劑量仍可能會造成雪貂出現嚴重的感染症狀。另在自哺乳動物分離的 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒株感染豬的實驗發現，2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒株可以在豬的上皮呼吸道複製，但被感染的豬沒有明顯的症狀。[37-39]
	2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型	低	2.02	1.00	3.00	0.27	國內及國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型相關動物實驗研究。

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
	2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型	低	1.67	1.00	2.50	0.32	國內及國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無哺乳動物實驗研究。
	H5N6 亞型	低	2.50	2.00	4.50	0.43	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 H5N6 亞型相關動物實驗研究。 國際研究，在雪貂實驗中，2.3.4.4 分支 H5N6 亞型相較於 H5N2 亞型病毒株具有更高的致病性，且雖然在共同飼養的雪貂之間病毒的傳播能力有限，但在受感染的雪貂中，可能出現神經系統併發症，進而導致死亡。這項研究與荷蘭 A/black-headed gull/Netherlands/29/2017 病毒在雪貂實驗中的結果相似，即病毒不會經由空氣傳播，但會引起嚴重症狀並傳播到呼吸系統以外的器官。另外，另一項研究發現，在小鼠中，2.3.2.1c 分支 H5N6 亞型重組病毒相較於 2.3.4.4b 分支 H5N6 亞型表現出更廣泛的組織分佈和更高的病毒力價，這可能有助於病毒在自然界中的維持和傳播。[40-42]
	H5N8 亞型	低	2.10	1.50	2.63	0.45	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 H5N8 亞型相關動物實驗研究。 國際研究，在雪貂動物模型試驗，傳播證據有限且不一致，有研究指出 H5N8 亞型在共同飼養的動物中表現出低效的直接接觸傳播，另其他研究顯示，雪貂沒有類似的接觸或呼吸道飛沫傳播，H5N8 亞型能於雪貂中上呼吸道及下呼吸道有效複製，但症狀一般較輕。[43]
4. 抗病毒藥劑治療選擇	2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型	低	3.04	1.00	4.25	0.71	依據 WHO 的報告，分析自 2020 年至 2022 年感染人類的禽流感病毒基因序列，並未發現具哺乳類適應性、抗藥性 NAIs(如：oseltamivir)或 endonuclease

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
(Antiviral treatment options)							inhibitors(如：baloxavir)的標記。另 2022 年美國自禽類中分離出的 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒中檢測到零星抗藥性，例如具 NA-S247N 變異之 H5N1(分支 2.3.4.4b)病毒株，對 oseltamivir 及 peramivir 感受性約下降 4-6 倍;具 PA-I38T 變異之 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒株，對 baloxavir 感受性約下降 75-108 倍。此外，目前大多數在歐洲流行的 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型病毒株，對核准之流感抗病毒藥劑均具感受性，僅少數病毒被觀察到具有抗藥性相關變異，且在 2024 年美國德州感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型(基因型 B3.13)的人類病例中，未發現病毒對 FDA 核准的抗病毒藥物具有藥物感受性下降的基因標誌，並且在美國乳牛感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型 (基因型 B3.13)的病毒中，亦未發現具有與流感抗病毒藥物抗性相關的重要點位基因之突變。[3, 12, 44-46]
	2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型	低	3.25	1.00	5.00	0.62	越南病毒分析顯示 2022 年的 Av1955 (A/H5N1 2.3.2.1c 病毒株)帶有對 amantadine 抗藥性基因(V27A, S31/N/G)，亦在部分 2013 年至 2019 年的病毒株發現，但沒有 oseltamivir(屬 NAI)或其他抗藥位點資料。[47]
	2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型	低	3.79	1.00	6.00	0.56	國際研究，H5N2/H5N6 亞型/H5N8 亞型(非特定 2.3.4.4b)對於 Oseltamivir 及 Zanamivir 仍具敏感性，而另一研究發現具 R292K 變異之 H5N2 病毒株對於 3 種 NAIs(oseltamivir、zanamivir、peramivir)之敏感性顯著下降。另 H5N2 /H5N6 亞型 /H5N8 亞型(非特定 2.3.4.4b 分支)帶有對金剛烷類藥劑(adamantanes)抗藥性之 S31N 基因。[43, 48, 49]

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
	H5N6 亞型	低	3.21	2.00	4.25	0.62	國際研究，中國一名 2.3.4.4b 分支 H5N6 亞型腦炎個案報告中，其病毒序列並未帶有對 adamantane 或 oseltamivir 抗藥性位點，對該兩種藥物之 EC50 亦未上升，顯示抗病毒藥物應仍有效。且依美國 CDC 2022 年 3 月 23 日於官網公告流感抗病毒藥劑用藥指引表明，目前多數禽流感(H7N9、H5N1、H5N6 亞型)尚對 3 種 NAIs(oseltamivir、zanamivir、peramivir)具敏感性。但一研究發現具 R292K 變異之 H5N6 亞型病毒株對於 3 種 NAIs(oseltamivir、zanamivir、peramivir)之敏感性顯著下降。[49-51]
	H5N8 亞型	低	1.79	1.00	3.00	0.68	國際研究，日本分離之 2.3.4.4.b 分支 H5N8 亞型病毒分析顯示，現有流感抗病毒藥物包括 neuraminidase inhibitor、Baloxavir 與 Favipiravir 之 IC50 仍在有效範圍。且烏克蘭分析境內 2.3.4.4.b 分支 H5N8 亞型病毒，亦未發現 neuraminidase inhibitor 抗藥性位點。[52, 53]
宿主/人類特性							
5. 群體免疫 (Population immunity)	2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型	高	8.50	8.00	9.00	0.46	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型之禽鳥相關工作者、獸醫師等高風險族群血清流行病學研究。 國際研究顯示，在 2022 年 2 至 9 月間，美國境內 39 州發生鳥類感染 H5N1 疫情，研究追蹤 4351 名接觸者，其中 3658 名完成 10 天健康監測，追蹤期間 134 名(3%)曾有呼吸道症狀，1 名 PCR 為 H5 陽性，而在 17 名接觸者同意採配對血清，均無抗體效價上升;在 2022 年 10 月西班牙水貂養殖場中水貂檢測到高致病性禽流感

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							<p>(HPAI)A(H5N1)疫情，並對 11 名無症狀工人進行了鼻咽拭子檢測，結果均檢測為陰性，11 月時其中一名工人有流鼻水症狀，對鼻咽樣本進行了 RT-PCR，結果為陰性。疫苗的部分，國際上目前有 8 種人類用 A/H5N1 疫苗取得使用許可，包括美國 FDA 3 種，EMA 5 種，但無任一產品同時取得兩國許可，其中 AstraZeneca 的 H5N1 疫苗已取得 WHO prequalification，使用者適用年齡為出生滿 12 個月至 18 歲，需於大流行情境下使用，另一款疫苗 Foclivia 為 WHO 及 EU 正式宣布於流感大流行時，成人預防流感的疫苗，有研究測試 486 名健康的受試者在完成第二劑 Foclivia 接種後 21 天抗體產生的能力，結果顯示接種 7.5μg 及 15μg 的受試者，分別有 86% 及 85% 的人有產生足夠的抗體能夠保護他們抵抗 H5N1，但上述 2 款疫苗使用的病毒株分別為 A/Vietnam/1203/2004 及 A/Vietnam/1194/2004，皆屬 clade 1，非 2.4.4.4b。另 2024 年德州感染 H5N1 禽流感人類病例檢體病毒的 HA，與 A/Astrakhan/3212/2020-like pre-pandemic candidate vaccine virus (CVV) (IDCDC-RG71A) 和 A/American wigeon/South Carolina/22-000345-001/2021-like CVV (IDCDC-RG78A) 密切相關，上述兩種 CVV 都可供疫苗製造商使用，該病例感染病毒的 HA1 與兩種 CVV 分別僅有 4 個及 2 個胺基酸變化，且這些變化不在主要抗原決定位 (antigen epitope) 中，亦即可期望 A/Astrakhan/3212/2020-like and A/American wigeon/South Carolina/22-000345-001/2021-like vaccines 引發的抗體對這種病毒有良好的交叉反應，具有保護作用。此外，2023 年 3 月，根據目前流行</p>

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							<p>病學與基因定序結果，WHO 評估舊的 CVV 對 2.3.4.4b 保護力下降，因此建議將分支 2.3.4.4b 之 A/American wigeon/South Carolina/22-000345-001/2021 列為新的 CVV，另在 WHO 2024-2025 年流感季北半球 H5N1 建議 CVV 中，包括 4 種 H5N1 2.3.4 分支病毒及 2 種 2.3.4.4b 分支病毒。[14, 54-59]</p>
	2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型	高	8.35	7.50	9.00	0.37	<p>國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型之禽鳥相關工作者、獸醫師等高風險族群血清流行病學研究。</p> <p>國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型的血清流行病學相關研究，此外針對流感大流行疫苗，WHO 2024-2025 年流感季北半球 H5N1 建議 CVV 中，包括 1 種 H5N1 2.3.2.1 分支病毒及 1 種 2.3.2.1c 分支病毒。[59]</p>
	2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型	高	8.88	8.00	9.25	0.40	<p>依據 2023 年度疾管署「風險族群禽流感病毒抗體血清流行病學調查計畫年度研究報告」監測結果，2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型之血清抗體效價分布於暴露組與對照組間具統計上顯著差異，於長期追蹤組(2021、2022 年暴露組，2023 年繼續追蹤)未發現有抗體效價上升四倍且$\geq 1:40$ 之血清抗體陽轉現象。另因我國自 2018 年不再儲備實體 H5 亞型流感疫苗，故無國內高風險族群接種禽流感疫苗使用情形、人時地分布等相關資料。[20]</p> <p>國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型的血清流行病學相關研究，且 WHO 2024-2025 年流感季北半球建議 CVV 中，並未包括 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型病毒。[60]</p>

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
	H5N6 亞型	高	8.42	7.50	9.00	0.40	<p>國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 H5N6 亞型之禽鳥相關工作者、獸醫師等高風險族群血清流行病學研究。</p> <p>國際研究，2016 年 11 月至 2017 年 4 月間，韓國共有 123 個養禽場發生 H5N6 疫情，共完成 523 名禽場工作人員其配對血清檢驗，均為陰性，未有禽傳人情形。此外針對流感大流行疫苗，WHO 2024-2025 年流感季北半球建議 CVV 中，包含 8 種 H5N6 亞型病毒。[60, 61]</p>
	H5N8 亞型	高	8.31	7.50	9.00	0.40	<p>依據 2022 年度疾管署「風險族群禽流感病毒抗體血清流行病學調查計畫年度研究報告」，H5N8 之血清抗體效價分布於暴露組與對照組間無顯著差異，且於長期追蹤組(2021 年暴露組，2022 年繼續追蹤)，H5N8 之抗體效價$\leq 1:20$，未發現有抗體效價上升四倍且$\geq 1:40$ 之血清抗體陽轉現象。且依據 2023 年度疾管署「風險族群禽流感病毒抗體血清流行病學調查計畫年度研究報告」，2.3.4.4c 分支 H5N8 亞型之血清抗體效價分布於暴露組與對照組間亦無統計上顯著差異。另因我國自 2018 年不再儲備實體 H5 亞型流感疫苗，故無國內高風險族群接種禽流感疫苗使用情形、人時地分布等相關資料。[18-20]</p> <p>國際研究，將 386 名成年受試者分成 7 個組別接種疫苗 (A/gyrfalcon/Washington/41088-6/2014 (H5N8) ;分支 2.3.4.4c)，探討不同抗原濃度 (3.75μg、15μg)、不同佐劑(AS03、MF59、無佐劑)及不同接種劑數(1 劑、2 劑)所產生的血清抗體值幾何平均效價差別，結果顯示，接種抗原濃度 15μg、佐劑為</p>

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							AS03 及施打 2 劑的組別血清抗體值幾何平均效價最高，且接種完後 12 個月相較於其他組別仍維持最高的血清抗體值幾何平均效價，另將受試者接種疫苗後的血清與 A/Chicken/Chelyabinski/403/2020 (H5N8) Clase 2.3.4.4b 進行實驗出現交叉反應。此外針對流感大流行疫苗，WHO 2024-2025 年流感季北半球建議 CVV 中，包含 2 種 H5N8 亞型病毒。[60, 62]
6. 疾病嚴重度及致病機制 (Disease severity and pathogenesis)	2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型	低	3.44	2.50	5.00	0.59	<p>國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無人類感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型確定病例，另根獸醫研究所之試驗結果，在 4~8 周齡實驗雞隻的致死性試驗，8 隻實驗雞均於試驗期間(10 日)內全數死亡，顯示病毒對於雞具有高病原性，但對家禽之病原性難以代表或評估病毒對哺乳類或人類之疾病嚴重程度。</p> <p>國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，共有 13 例人類感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型確定病例，包含 6 例無症狀、3 例輕症、4 例重症(其中 1 例死亡)，死亡個案為中國個案，致死率為 7.7%。此外，國際研究發現，部分禽鳥類感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型未產生 HPAI 典型臨床症狀，禽場也呈現低死亡率。另在 2022 年法國主要流行株 H5N1-A/Herring_gull/France/22P015977/2022-like(BB genotype)的評估試驗，顯示相較於過往 2017-2021 病毒群，BB genotype 需要較高之感染病毒量，且家禽感染後之致死時間也比較長。[63-70]</p>
	2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型	低	3.92	3.00	5.00	0.56	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無人類感染 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型確定病例且無致病程度及其疾病嚴重度相關研究。

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，共有 11 例人類感染 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型確定病例，分別為 1 例無症狀、1 例輕症，1 例中症，及 8 例重症(其中 6 例死亡)，致死率為 54.5%。另國際間目前無動物感染 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型之治病程度及疾病嚴重度相關研究。[70-72]
	2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型	低	1.79	1.00	3.00	0.50	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無人類感染 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型確定病例，另根獸醫研究所之試驗結果，在 4~8 周齡實驗雞隻的致死性試驗，8 隻實驗雞均於試驗期間(10 日)內全數死亡，顯示病毒對於雞具有高病原性，但對家禽之病原性難以代表或評估病毒對哺乳類或人類之疾病嚴重程度。 國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無人類感染 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型確定病例，且無動物感染之治病程度及疾病嚴重度相關研究。
	H5N6 亞型	中	4.31	3.50	5.00	0.59	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無人類感染 H5N6 亞型確定病例，另根獸醫研究所之試驗結果，在 4~8 周齡實驗雞隻的致死性試驗，8 隻實驗雞均於試驗期間(10 日)內全數死亡，顯示病毒對於雞具有高病原性，但對家禽之病原性難以代表或評估病毒對哺乳類或人類之疾病嚴重程度。 國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，共有 67 例人類感染 H5N6 亞型確定病例，包含 5 例輕症、62 例重症(其中 18 例死亡)，致死率為 26.9%。[70, 73, 74]
	H5N8 亞型	低	1.83	1.00	3.00	0.54	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無人類感染 H5N8 亞型確定病例，另根獸醫研究所之試驗結果，在 4~8 周齡實驗雞隻的致死性試驗，8 隻實驗雞均於試驗期

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							<p>間(10 日)內全數死亡，顯示病毒對於雞具有高病原性，但對家禽之病原性難以代表或評估病毒對哺乳類或人類之疾病嚴重程度。</p> <p>國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，共有 7 例人類感染 H5N8 亞型確定病例，均為輕症或無症狀。另國際間目前無動物感染 H5N8 亞型之治病程度及疾病嚴重度相關研究。[70, 75]</p>
7. 抗原相關性 (Antigenic relatedness)	2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型	低	2.38	1.00	4.00	0.23	<p>國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型抗原相關性研究。</p> <p>國際研究，2024 年感染美國牛隻的 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型抗原性被認為與 2020-2021 分離株/參考株沒有太大的差別。[76]</p>
	2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型	低	1.90	1.00	3.00	0.26	<p>國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型抗原相關性研究。</p> <p>國際研究，針對 2.3.2.1 分支 H5N1 亞型的疫苗，對柬埔寨感染人的病毒仍具保護力。[76]</p>
	2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型	低	2.42	1.00	4.00	0.40	<p>國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型抗原相關性研究。</p> <p>國際研究，2017 年底，俄羅斯歐洲部分發生了由 HPAI A(H5N2) 流感病毒引起的禽類暴發，研究指出，其 HA 的親緣關係分析顯示病毒株屬於 2.3.4.4b 分支，且與 2.3.4.4 分支的候選疫苗病毒株在抗原上密切相關，並在小鼠中顯示出高病毒力。[77]</p>

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
	H5N6 亞型	低	3.13	2.00	4.50	0.43	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 H5N6 亞型抗原相關性研究。 國際研究，部分 2022 年 H5N6 病毒株之 HA 抗原與當前候選疫苗株 A/Astrakhan/3212/2020(H5N8)之 HA 抗原相比，具有 2-5 個胺基酸差異。[78]
	H5N8 亞型	低	2.13	1.00	3.00	0.40	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無 H5N8 亞型抗原相關性研究。 國際研究，2020 至 2021 年 H5N8 病毒的抗原性與當前候選疫苗株 A/Fujian-Sanyuan/21099/2017(H5N6)-like(2.3.4.4b 分支)及 A/Astrakhan/3212/2020(H5N8)-like(2.3.4.4b 分支)相似。[79]
生態學及流行病學							
8.全球動物分布(Global distribution in animals)	2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型	高	8.54	5.00	10.00	0.86	禽流感病毒 2.3.4.4b 分支自 2020 年 10 月引發全球大規模禽流感疫情，H5N1 亞型動物感染案例數自 2021 年 10 月 1 日至 2024 年 4 月 30 日累計案例數近 13,450 例，歐洲案例占 66%、美洲占 19.5%、亞洲占 11.4%、非洲占 3.1%。感染物種除禽鳥外，圈養的大型貓科動物、美洲獅、山貓、棕熊、黑熊、寬吻海豚、灰海豹、斑海豹、紅狐、土狼、魚貂、北美水獺、美國貂、狸、臭鼬、負鼠、狗、家貓、北極熊、小山羊、乳牛等哺乳動物均有感染案例。[80]
	2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型	中	4.25	2.00	8.00	0.63	2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型在 2020-2024 年期間，孟加拉、越南、寮國、柬埔寨與印尼均有家禽檢出案例，但尚未有哺乳動物有感染案例。[81]
	2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型	中	4.33	1.00	8.00	0.70	2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型自 2021 年 10 月 1 日至 2024 年 4 月 30 日，全球動物感染案例累計近 59 例，其中臺灣占 52 例(禽場 46 例、屠宰場 3 例、棄置死雞 2 例、

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							大冠鷲 1 例、日本 2 例(禽場 1 例、野鳥 1 例)、南非禽場 2 例、波蘭禽場 1 例、德國野鳥 1 例、墨西哥禽場 1 例，主要於亞洲家禽中檢出，但尚未有哺乳動物有感染案例。[80]
	H5N6 亞型	低	3.46	2.00	6.00	0.73	H5N6 亞型自 2023 年至 2024 年 4 月 30 日，全球動物感染案例累計近 40 例，其中日本 2 例(禽場 1 例、野鳥 1 例)、韓國 37 例(禽場 26 例、野鳥 11 例)、菲律賓禽場 1 例，2020 年至 2024 年主要於亞洲家禽中檢出，哺乳動物僅狗有檢出案例。[80]
	H5N8 亞型	中	6.42	4.00	8.00	0.79	禽流感病毒 2.3.4.4b 分支自 2020 年 10 月引發全球大規模禽流感疫情，H5N8 感染動物案例數自 2021 年 1 月 1 日至 2024 年 4 月 30 日累計近 1,786 例，歐洲案例占 78%、亞洲占 21.8%、非洲占 0.2%，美洲無案例。除禽鳥有感染案例外，哺乳動物包括丹麥的斑海豹，英國的灰海豹、斑海豹及紅狐亦均有感染案例。[80]
9.動物感染情形(Infections in animals)	2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型	中	5.23	4.50	6.50	0.82	國內除家禽與候(野)鳥外無其他物種檢出感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型案例，其中家禽場案例首次於 2022 年 11 月 17 日宜蘭縣檢出，截至 2024 年 4 月 30 日累計 94 例，案例主要集中在中部的家禽場；候(野)鳥案例首次於 2021 年 11 月 24 日臺北市鴨科排遺檢出，截至 2024 年 4 月 30 日累計 17 例。[82-88] 國際間，2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型自 2021 年於野鳥中出現，因其具易感染野鳥之基因而迅速在 2021 年底於歐洲、亞洲及非洲傳播；2022 年擴散至美洲，並於美國家禽中爆發疫情。另在 2021 年亦出現哺乳類感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型案例，多集中於歐洲；2022 年後美洲、亞洲及歐洲均傳出禽鳥外物種感染案例，包含圈

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							<p>養的大型貓科動物、美洲獅、山貓、棕熊、黑熊、寬吻海豚、灰海豹、斑海豹、紅狐、土狼、魚貂、北美水獺、美國貂、狸、臭鼬、負鼠、狗、家貓、北極熊、小山羊、乳牛等哺乳動物。近期較大規模的感染案件為(1)2023年6月，波蘭貓咪出現H5N1感染疫情，分析47個貓咪檢體，有29個呈現H5N1陽性，其中19個病毒序列分析屬於2.3.4.4b分支，且與同期波蘭野鳥與家禽中傳染的2.3.4.4b分支H5N1亞型禽流感病毒序列相似，然而這些貓咪的感染源目前尚未確定，可能與鳥類直接/間接接觸有關、或是吃了受病毒感染的鳥類或食物，另監測與H5N1呈現陽性的貓咪接觸的人，並未有人出現感染症狀。(2)2024年3月，美國出現大量乳牛感染2.3.4.4b分支H5N1亞型案例，目前累計9個州別52場，明顯已於牛隻間傳播，並有回傳至鳥類或轉傳至其他哺乳類情形(羊/人/貓)。[80, 89-94]</p>
	2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型	低	2.50	2.00	3.50	0.54	<p>國內自2020年至2024年4月30日，無檢出動物感染2.3.2.1c分支H5N1亞型案例。</p> <p>國際間，自2020年至2023年4月30日2.3.2.1c分支H5N1亞型持續於歐亞非之家禽與野鳥中流行，但尚未有哺乳動物有感染案例。[91-93, 95, 96]</p>
	2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型	低	2.29	1.00	3.00	0.71	<p>國內除家禽與候(野)鳥外無其他物種檢出感染2.3.4.4b分支H5N2亞型案例，其中家禽場案例首次於2021年8月9號於雲林縣產業道路鴨屍檢出，截至2024年4月30日累計46例，案例主要集中於中部家禽場，最近1例案例發生於2023年2</p>

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							<p>月 4 日屏東;候(野)鳥案例於 2023 年 2 月 26 日屏東大冠鷲檢出，截至 2024 年 4 月 30 日累計 1 例。[82, 83, 85, 87, 97]</p> <p>國際間，2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型往年多於家禽中檢出，2022 年至 2023 年開始於亞洲野鳥中檢出，零星發現於歐洲及非洲，目前無哺乳類檢出案例。[80, 91-93]</p>
	H5N6 亞型	低	2.69	2.00	3.50	0.59	<p>國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無檢出動物感染 H5N6 亞型案例。</p> <p>國際間，H5N6 亞型持續出現零星動物感染案件(0-5 案/月)，在家禽、野鳥及哺乳類皆有感染案例。[80, 91-93, 98, 99]</p>
	H5N8 亞型	低	3.44	3.00	4.00	0.62	<p>國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，除候(野)鳥外無其他物種有檢出感染 H5N8 亞型案例，候(野)鳥案例是在 2020 年 12 月 5 號於高雄市鴨科排遺中檢出。[100]</p> <p>國際間，H5N8 亞型分別於 2016 年-2017 年及 2020 年-2021 年發生流行，主要發生於歐洲，在家禽、野鳥及哺乳類動物均有感染案例。[80, 91-93, 101]</p>
10.人類感染情形(Human infections)	2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型	低	2.23	1.88	3.00	0.73	<p>國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無人類感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型確定病例。</p> <p>國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，共有 13 例人類感染 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型確定病例，包含 2021 年英國 1 例，2022 年中國 1 例、西班牙 2 例及美國 1 例，2023 年中國 1 例、厄瓜多 1 例、智利 1 例及英國 4 例，2024 年美國 1 例，其中 12 例具有禽鳥及動物接觸史、1 例接觸史不明但居住地已爆發高病原禽流感，研判可能為環境汙染。另外，雖然 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型感染哺乳類動物案例</p>

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							增加，但其適應哺乳類及人類之相關突變仍有限，且未發現此病毒具人際間傳播之能力，綜合評估 2.3.4.4b 分支 H5N1 亞型感染人類及發生人傳人之可能性低。[64-70, 102]
	2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型	低	2.23	1.50	4.00	0.66	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無人類感染 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型確定病例。 國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，共有 11 例人類感染 2.3.2.1c 分支 H5N1 亞型確定病例，包含 2023 年柬埔寨 6 例，2024 年柬埔寨 4 例、越南 1 例，11 例皆具病禽接觸史。[70, 103]
	2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型	低	1.46	1.00	2.50	0.63	國內及國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無人類感染 2.3.4.4b 分支 H5N2 亞型確定病例。
	H5N6 亞型	低	2.92	2.00	4.00	0.68	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無人類感染 H5N6 亞型確定病例。 國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，共有 67 例人類感染 H5N6 亞型確定病例，包含 2020 年中國 5 例，2021 年中國 36 例及寮國 1 例，2022 年中國 18 例，2023 年中國 6 例，2024 年中國 1 例，其中 65 例具禽類/活禽市場暴露史。另 WHO 2021 年十一月評估，H5N6 亞型之人畜共病威脅仍高，但尚不清楚該病毒人畜共病能力是否提升，而人類病例增加較可能係因病毒於禽類中傳播擴散導致，目前尚無具人傳人能力之相關證據。[70, 73, 74]
	H5N8 亞型	低	2.23	1.50	3.00	0.68	國內自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，無人類感染 H5N8 亞型確定病例。

風險因子	病毒亞型	風險等級	平均風險分數	最低分數	最高分數	平均信心係數	評估結果
							<p>國際間自 2020 年至 2024 年 4 月 30 日，共有 7 例人類感染 H5N8 亞型確定病例，均屬 2.3.4.4b 分支，此 7 案例皆發生於 2020 年 12 月俄羅斯，係因個案具病禽暴露史而進行檢測並檢測出，其病毒基因與來自家禽的病毒幾乎相同，又與歐亞禽類中流行的病毒株密切相關；另研究顯示，H5N8 亞型對禽類及人類皆具親和性，跨物種感染能力有升高的風險，但目前尚無具人傳人能力之相關證據。[70, 74, 75]</p>

捌、 參考文獻

1. USCDC. *Summary of Influenza Risk Assessment Tool (IRAT) Results*. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/monitoring/irat-virus-summaries.htm>.
2. WHO. *Tool for Influenza Pandemic Risk Assessment (TIPRA)*. Available from: [https://www.who.int/teams/global-influenza-programme/avian-influenza/tool-for-influenza-pandemic-risk-assessment-\(tipra\)](https://www.who.int/teams/global-influenza-programme/avian-influenza/tool-for-influenza-pandemic-risk-assessment-(tipra)).
3. ECDC. *Risk assessment H5 clade 2.3.4.4b viruses*. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/infectious-disease-topics/z-disease-list/avian-influenza/threats-and-outbreaks/risk-assessment-h5>.
4. USCDC. *Influenza Risk Assessment Tool (IRAT)*. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/national-strategy/risk-assessment.htm>.
5. 郭宏偉、李佳琳、簡淑婉、許建邦、曾薇如、王小棋、施函君、胡毓萍、鄒宗珮、王功錦、余幸璇、楊季融、林念農、林志憲、姚中慧、余俊明、高國勝、馮玉琳、李璠、劉玉彬、李婉甄, *H5 亞型(H5N2/H5N6/H5N8)禽流感病毒風險評估*. 111 年.
6. 行政院農業委員會家畜衛生試驗所. *111 年第一季禽流感病毒分析訊息*. Available from: <https://www.nvri.gov.tw/Module/PageContent/PageFile/3902.pdf>.
7. 農業部獸醫研究所. *113 年第一季病毒序列分析報告*. Available from: <https://www.nvri.gov.tw/Module/PageContent/PageFile/%E7%8D%B8%E9%86%AB%E6%89%80113%E5%B9%B4%E7%AC%AC%E4%B8%80%E5%AD%A3%E7%97%85%E6%AF%92%E5%BA%8F%E5%88%97%E5%88%86%E6%9E%90%E5%A0%B1%E5%91%8A.pdf>.
8. 衛生福利部疾病管制署, *20231121 台灣 H5Nx 禽流感病毒分析*. 112 年.
9. 行政院農業委員會家畜衛生試驗所. *110 年第三季禽流感病毒分析訊息*. Available from: <https://www.nvri.gov.tw/Module/PageContent/PageFile/3904.pdf>.
10. 衛生福利部疾病管制署, *20211105 台灣新型 H5Nx 禽流感病毒分析*. 110 年.
11. *Avian influenza overview December 2023–March 2024*. Available from: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/8754>.
12. Nguyen, H.T., et al., *Antiviral susceptibility of clade 2.3.4.4b highly pathogenic avian influenza A(H5N1) viruses isolated from birds and mammals in the United States, 2022*. *Antiviral Res*, 2023. **217**: p. 105679.
13. 衛生福利部疾病管制署. *美國-新型 A 型流感(哺乳動物感染禽流感)*. Available from: <https://www.cdc.gov.tw/TravelEpidemic/Detail/429?epidemicId=34736>.
14. *Technical Update: Summary Analysis of Genetic Sequences of Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Viruses in Texas*. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/avianflu/spotlights/2023-2024/h5n1-analysis-texas.htm>.
15. Cho, A.Y., et al., *Novel Avian Influenza A(H5N6) Virus in Wild Birds, South Korea, 2023*. *Emerg Infect Dis*, 2024. **30**(6): p. 1285-1288.
16. IZSV. *Update on the genetic characteristics of HPAI H5NX and analyses of the situation of HPAI in wild birds in Europe in 2020-2021*. 2021; Available from: https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-06/reg-com_ahw_20210617_hpai_eurl.pdf.
17. 周淑玫、劉銘燦、鄒宗珮、楊淑兒、楊季融、林欣怡、王蕙慈、林潔仔、余翊菱, *人類禽流感病毒抗體血清流行病學調查計畫*. 109 年.

18. 周淑玫、劉銘燦、鄒宗珮、楊淑兒、楊季融、王蕙慈、林潔仔、余翊菱, *風險族群禽流感病毒抗體血清流行病學調查*. 111 年.
19. 周淑玫、劉銘燦、鄒宗珮、楊淑兒、楊季融、王蕙慈、林潔仔、余翊菱, *風險族群禽流感病毒抗體血清流行病學調查*. 110 年.
20. 池宜倩、劉銘燦、鄒宗珮、楊季融、楊淑兒、林潔仔、余翊菱, *風險族群禽流感病毒抗體血清流行病學調查*. 112 年.
21. Zhang, X., et al., *Enhanced pathogenicity and neurotropism of mouse-adapted H10N7 influenza virus are mediated by novel PB2 and NA mutations*. J Gen Virol, 2017. **98**(6): p. 1185-1195.
22. Yamayoshi, S., et al., *Enhanced Replication of Highly Pathogenic Influenza A(H7N9) Virus in Humans*. Emerg Infect Dis, 2018. **24**(4): p. 746-750.
23. Staller, E., et al., *Structures of H5N1 influenza polymerase with ANP32B reveal mechanisms of genome replication and host adaptation*. Nat Commun, 2024. **15**(1): p. 4123.
24. USDA-APHIS. Available from: <https://github.com/USDA-VS/GenoFLU>.
25. Nguyen TQ, H.C., Markin A, Thomas M, Lantz K, Killian M L, et al. *Emergence and interstate spread of highly pathogenic avian influenza A(H5N1) in dairy cattle*.
Worobey, virological.org, 2024.
27. Aguerro, M., et al., *Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus infection in farmed minks, Spain, October 2022*. Euro Surveill, 2023. **28**(3).
28. Rabalski, L., et al., *Emergence and potential transmission route of avian influenza A (H5N1) virus in domestic cats in Poland, June 2023*. Euro Surveill, 2023. **28**(31).
29. Lindh, E., et al., *Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus infection on multiple fur farms in the South and Central Ostrobothnia regions of Finland, July 2023*. Euro Surveill, 2023. **28**(31).
30. Bi, F., et al., *Genetic Characterization of Two Human Cases Infected with the Avian Influenza A (H5N6) Viruses - Guangxi Zhuang Autonomous Region, China, 2021*. China CDC Wkly, 2021. **3**(44): p. 923-928.
31. Xiao, C., et al., *Five Independent Cases of Human Infection with Avian Influenza H5N6 - Sichuan Province, China, 2021*. China CDC Wkly, 2021. **3**(36): p. 751-756.
32. Cui, P., et al., *Genetic and biological characteristics of the globally circulating H5N8 avian influenza viruses and the protective efficacy offered by the poultry vaccine currently used in China*. Sci China Life Sci, 2022. **65**(4): p. 795-808.
33. 衛生福利部疾病管制署, 20230524 台灣 H5Nx 禽流感病毒分析. 112 年.
34. Alkie, T.N., et al., *Characterization of neurotropic HPAI H5N1 viruses with novel genome constellations and mammalian adaptive mutations in free-living mesocarnivores in Canada*. Emerg Microbes Infect, 2023. **12**(1): p. 2186608.
35. Yang, J., et al., *Novel Avian Influenza Virus (H5N1) Clade 2.3.4.4b Reassortants in Migratory Birds, China*. Emerg Infect Dis, 2023. **29**(6): p. 1244-1249.
36. Pyankova, O.G., et al., *Isolation of clade 2.3.4.4b A(H5N8), a highly pathogenic avian influenza virus, from a worker during an outbreak on a poultry farm, Russia, December 2020*. Euro Surveill, 2021. **26**(24).
37. Pulit-Penalosa, J.A., et al., *Pathogenesis and Transmissibility of North American Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Virus in Ferrets*. Emerg Infect Dis, 2022. **28**(9): p. 1913-1915.

38. T. Bryce Warner, R.V., E. Moffat, et al., *Transmission of lethal H5N1 clade 2.3.4.4b avian influenza in ferrets*. Research Square, 2023.
39. Restori, K.H., Septer, K.M., Field, C.J. et al., *Risk assessment of a highly pathogenic H5N1 influenza virus from mink*. Nat Commun, 2024.
40. Pulit-Penalosa, J.A., et al., *Characterization of highly pathogenic avian influenza H5Nx viruses in the ferret model*. Sci Rep, 2020. **10**(1): p. 12700.
41. Ge, Z., et al., *Phylogenetic tracing and biological characterization of a novel clade 2.3.2.1 reassortant of H5N6 subtype avian influenza virus in China*. Transbound Emerg Dis, 2021. **68**(2): p. 730-741.
42. Herfst, S., et al., *A Dutch highly pathogenic H5N6 avian influenza virus showed remarkable tropism for extra-respiratory organs and caused severe disease but was not transmissible via air in the ferret model*. mSphere, 2023. **8**(4): p. e0020023.
43. USCDC. *Influenza Risk Assessment Tool (IRAT) - Virus Report-Highly pathogenic avian influenza A(H5N8) virus; clade 2.3.4.4b*. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/pandemic-resources/pdf/CDC-IRAT-Virus-Report-avian-influenza-AH5N8-virus-clade-2.3.4.4b.pdf>.
44. WHO. *Assessment of risk associated with recent influenza A(H5N1) clade 2.3.4.4b viruses*. Available from: [https://www.who.int/publications/m/item/assessment-of-risk-associated-with-recent-influenza-a\(h5n1\)-clade-2.3.4.4b-viruses](https://www.who.int/publications/m/item/assessment-of-risk-associated-with-recent-influenza-a(h5n1)-clade-2.3.4.4b-viruses).
45. Uyeki, T.M., et al., *Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Virus Infection in a Dairy Farm Worker*. N Engl J Med, 2024.
46. Xiao Hu, A.S., Drew R. Magstadt, Phillip C. Gauger, Eric Burrough, Jianqiang Zhang, Chris Siepker, Marta Mainenti, Patrick J. Gorden, Paul Plummer, Ganwu Li, *Highly Pathogenic Avian Influenza A (H5N1) clade 2.3.4.4b Virus detected in dairy cattle*. bioRxiv, 2024.
47. Rehman, S., et al., *Whole-genome sequence and genesis of an avian influenza virus H5N1 isolated from a healthy chicken in a live bird market in Indonesia: accumulation of mammalian adaptation markers in avian hosts*. PeerJ, 2023. **11**: p. e14917.
48. USCDC. *Influenza Risk Assessment Tool (IRAT) - Virus Report-Highly pathogenic avian influenza A(H5N6) virus; clade 2.3.4.4b*. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/pdf/pandemic-resources/IR-006Rev0D-CDC-IRAT-Virus-Report-AIV-H5N6-clade-2.3.4.4b-A-Sichuan-06681-2021.pdf>.
49. Bialy, D. and H. Shelton, *Functional neuraminidase inhibitor resistance motifs in avian influenza A(H5Nx) viruses*. Antiviral Res, 2020. **182**: p. 104886.
50. Zhang, L., et al., *Clinical features of the first critical case of acute encephalitis caused by the avian influenza A (H5N6) virus*. Emerg Microbes Infect, 2022. **11**(1): p. 2437-2446.
51. USCDC. *Interim Guidance on the Use of Antiviral Medications for Treatment of Human Infections with Novel Influenza A Viruses Associated with Severe Human Disease*. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/avianflu/novel-av-treatment-guidance.htm>.
52. Takashita, E., et al., *Antiviral Susceptibilities of Avian Influenza A(H5), A(H7), and A(H9) Viruses Isolated in Japan*. Jpn J Infect Dis, 2022. **75**(4): p. 398-402.
53. Sapachova, M., et al., *Phylogenetic Analysis of H5N8 Highly Pathogenic Avian Influenza Viruses in Ukraine, 2016-2017*. Vector Borne Zoonotic Dis, 2021. **21**(12): p. 979-988.
54. Kniss, K., et al., *Risk for Infection in Humans after Exposure to Birds Infected with Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Virus, United States, 2022*. Emerg Infect Dis, 2023. **29**(6): p. 1215-1219.
55. Aznar, E., et al., *Influenza A(H5N1) detection in two asymptomatic poultry farm workers in Spain, September to October 2022: suspected environmental contamination*. Euro Surveill, 2023. **28**(8).

56. James Krellenstein, G.W. *Vaccine Countermeasures for a Potential Outbreak of Clade 2.3.4.4b A (H5N1) Influenza in Humans-A Rapid Readiness Analysis*. 2023; Available from: <https://int.nyt.com/data/documenttools/bird-flu-vaccine-report/2849fcf4e759f92d/full.pdf>.
57. EMA. *Foclivia*. Available from: <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/human/EPAR/foclivia>.
58. EMA. *Pandemic influenza vaccine H5N1 AstraZeneca, INN-Pandemic influenza vaccine (live attenuated, nasal)*. Available from: https://www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/pandemic-influenza-vaccine-h5n1-astrazeneca-epar-product-information_en.pdf.
59. *A(H5N1) - Northern hemisphere 2024-2025*. Available from: [https://www.who.int/publications/m/item/a\(h5n1\)---northern-hemisphere-2024-2025](https://www.who.int/publications/m/item/a(h5n1)---northern-hemisphere-2024-2025).
60. *A(H5) non-A(H5N1) - Northern hemisphere 2024-2025*. Available from: [https://www.who.int/publications/m/item/a\(h5\)-non-a\(h5n1\)---northern-hemisphere-2024-2025](https://www.who.int/publications/m/item/a(h5)-non-a(h5n1)---northern-hemisphere-2024-2025).
61. Ryu, S., et al., *Serosurveillance of avian influenza A/H5N6 virus infection in poultry farmers, Gyeonggi Province, Republic of Korea, 2016-2017*. *Int J Infect Dis*, 2018. **75**: p. 49-51.
62. Neuzil, K.M., et al., *Safety and Immunogenicity of Influenza A/H5N8 Virus Vaccine in Healthy Adults: Durability and Cross-reactivity of Antibody Responses*. *Clin Infect Dis*, 2023.
63. European Food Safety Authority, E.C.f.D.P., et al., *Avian influenza overview March - April 2023*. *EFSA J*, 2023. **21**(6): p. e08039.
64. WHO. *Influenza A (H5) - United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland*. 2022; Available from: [https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/influenza-a-\(h5\)---united-kingdom-of-great-britain-and-northern-ireland](https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/influenza-a-(h5)---united-kingdom-of-great-britain-and-northern-ireland).
65. WHO. *Avian Influenza A (H5N1) - Spain*. 2022; Available from: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON420>.
66. WHO. *Avian Influenza A (H5N1) - United States of America*. 2022; Available from: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON379>.
67. Schnirring, L. *China reports new H5N1 avian flu case*. 2023; Available from: <https://www.cidrap.umn.edu/avian-influenza-bird-flu/china-reports-new-h5n1-avian-flu-case>.
68. WHO. *Human Infection caused by Avian Influenza A (H5N1) - Chile*. 2023; Available from: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2023-DON461>.
69. WHO. *Avian Influenza A(H5N1) - United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland*. 2023; Available from: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2023-DON468>.
70. WHO. *Event Information Site for National IHR Focal Points (EIS)*. Available from: <https://extranet.who.int/ihr/eventinformation/ar/login>.
71. Mallapaty, S., *Girl who died of bird flu did not have widely circulating variant*. *Nature*, 2023.
72. FAO, W., WOA. *preliminary-fao-who-woah-joint-rapid-risk---assessment-human-infection-with-influenza-a(h5n1)--cambodia-(2023)*. Available from: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/global-influenza-programme/preliminary-fao-who-woah-joint-rapid-risk---assessment-human-infection-with-influenza-a\(h5n1\)--cambodia-\(2023\).pdf?sfvrsn=85b7cd26_1&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/global-influenza-programme/preliminary-fao-who-woah-joint-rapid-risk---assessment-human-infection-with-influenza-a(h5n1)--cambodia-(2023).pdf?sfvrsn=85b7cd26_1&download=true).
73. WHO. *Human infection with avian influenza A(H5) viruses-Avian Influenza Weekly Update Number 918*. 2023; Available from: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wpro---documents/emergency/surveillance/avian-influenza/ai_20231020.pdf?sfvrsn=5f006f99_121.
74. WHO. *Assessment of risk associated with highly pathogenic avian influenza A(H5N6) virus*. 2021; Available from: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/influenza/avian-and-other-zoonotic-influenza/a\(h5n6\)-risk-assessment.pdf?sfvrsn=e945a0b9_7&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/influenza/avian-and-other-zoonotic-influenza/a(h5n6)-risk-assessment.pdf?sfvrsn=e945a0b9_7&download=true).

75. WHO. *Human infection with avian influenza A (H5N8) - Russian Federation*. 2021; Available from: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2021-DON313>.
76. *Technical Report: Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Viruses*. Available from: https://www.cdc.gov/flu/avianflu/spotlights/2023-2024/h5n1-technical-report_april-2024.htm.
77. Marchenko, V., et al., *Isolation and characterization of H5Nx highly pathogenic avian influenza viruses of clade 2.3.4.4 in Russia*. *Virology*, 2018. **525**: p. 216-223.
78. WHO. *Antigenic and genetic characteristics of zoonotic influenza A viruses and development of candidate vaccine viruses for pandemic preparedness 2022*; Available from: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/influenza/who-influenza-recommendations/vcm-southern-hemisphere-recommendation-2023/202209_zoonotic_vaccinivirusupdate.pdf?sfvrsn=a91f123b_4.
79. WHO. *Antigenic and genetic characteristics of zoonotic influenza A viruses and development of candidate vaccine viruses for pandemic preparedness 2021*; Available from: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/influenza/who-influenza-recommendations/vcm-southern-hemisphere-recommendation-2022/202110_zoonotic_vaccinevirusupdate.pdf?sfvrsn=8f87a5f1_1.
80. WOA. *World Animal Health Information System*. Available from: <https://wahis.woah.org/#/home>.
81. GISAIID. Available from: <https://platform.epicov.org/epi3/frontend#576219>.
82. 農業部動植物防疫檢疫署. 111 年確診高病原性禽流感防疫處置表. 111 年; Available from: <https://ai.gov.tw/ws.php?id=2792>.
83. 農業部動植物防疫檢疫署. 112 年確診高病原性禽流感防疫處置表. 112 年; Available from: <https://ai.gov.tw/ws.php?id=2810>.
84. 農業部動植物防疫檢疫署. 110 年候 (野) 鳥 H5 、 H7 亞型禽流感監測結果. 110 年; Available from: <https://ai.gov.tw/ws.php?id=2752>.
85. 農業部動植物防疫檢疫署. 111 年候 (野) 鳥 H5 、 H7 亞型禽流感監測結果. 111 年; Available from: <https://ai.gov.tw/ws.php?id=2790>.
86. 農業部動植物防疫檢疫署. 112 年候 (野) 鳥 H5 、 H7 亞型禽流感監測結果. 112 年; Available from: <https://ai.gov.tw/ws.php?id=2808>.
87. 農業部動植物防疫檢疫署. 113 年確診高病原性禽流感防疫處置表. 113 年; Available from: <https://ai.gov.tw/ws.php?id=2815&print=Y>.
88. 農業部動植物防疫檢疫署. 113 年候 (野) 鳥 H5 、 H7 亞型禽流感監測結果. 113 年; Available from: <https://ai.gov.tw/ws.php?id=2813>.
89. USCDC. *Emergence and Evolution of H5N1 Bird Flu*. 2023; Available from: <https://www.cdc.gov/flu/avianflu/communication-resources/bird-flu-origin-infographic.html>.
90. OFFLU. *OFFLU-WHO VCM February 2023 summary report (Avian influenza)*. 2023; Available from: <https://www.offlu.org/index.php/2023/03/06/offlu-who-vcm-february-2023-summary-report-avian-influenza/>.
91. OFFLU. *OFFLU Annual Report 2021*. 2021; Available from: https://bulletin.woah.org/wp-content/uploads/2022/05/OFFLU_Annual_Report_2021_FINAL.pdf.
92. OFFLU. *OFFLU Annual Report 2022*. 2022; Available from: <https://www.woah.org/app/uploads/2023/05/offlu-annual-report-2022.pdf>.

93. *offlu vcm*. Available from: <https://microreact.org/project/cHQLdmHND7ExQF3pWk4vRR-2024-01-29-vcmf24-tc1-20202024timelines>.
94. *Highly Pathogenic Avian Influenza (HPAI) Detections in Livestock*. Available from: <https://www.aphis.usda.gov/livestock-poultry-disease/avian/avian-influenza/hpai-detections/livestock>.
95. WHO. *Preliminary FAO/WHO/WOAH Joint Rapid Risk Assessment - Human infection with influenza A(H5N1), Cambodia (2023)*. 2023; Available from: [https://www.who.int/publications/m/item/human-infection-with-influenza-a\(h5n1\)-cambodia-\(2023\)](https://www.who.int/publications/m/item/human-infection-with-influenza-a(h5n1)-cambodia-(2023)).
96. Suttie, A., et al., *Diversity of A(H5N1) clade 2.3.2.1c avian influenza viruses with evidence of reassortment in Cambodia, 2014-2016*. PLoS One, 2019. **14**(12): p. e0226108.
97. 農業部動植物防疫檢疫署. 110 年確診高病原性禽流感防疫處置表. 110 年; Available from: <https://ai.gov.tw/ws.php?id=2750>.
98. OFFLU. *OFFLU AVIAN DATA PACKAGE FOR THE VCM February 2023 to September 2023*. 2023; Available from: <https://www.offlu.org/wp-content/uploads/2023/10/Avian-OFFLU-VCM-S23-OFFLU-V6-VCM-OFFLU.pdf>.
99. WHO. *Genetic and antigenic characteristics of zoonotic influenza A viruses and development of candidate vaccine viruses for pandemic preparedness 2023*; Available from: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/influenza/who-influenza-recommendations/vcm-southern-hemisphere-recommendation-2024/202309_zoonotic_vaccinivirusupdate.pdf?sfvrsn=e78676a0_5.
100. 農業部動植物防疫檢疫署. 109 年候 (野) 鳥 H5 、 H7 亞型禽流感監測結果. 109 年; Available from: <https://ai.gov.tw/ws.php?id=2677>.
101. European Food Safety, A., et al., *Avian influenza overview December 2022 - March 2023*. EFSA J, 2023. **21**(3): p. e07917.
102. WHO. *Avian Influenza A(H5N1) - United States of America*. 2024; Available from: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2024-DON512>.
103. WHO. *Avian Influenza A (H5N1) - Cambodia*. 2023 26 February; Available from: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2023-DON445>.